



---

***LOCALIZAÇÃO ÓPTIMA DO FUTURO  
HOSPITAL DE SINTRA***

***Aplicação de Modelos de Location-Allocation  
no Planeamento de Cuidados de Saúde***

---

Cláudia Margarida Pereira da Costa

---

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

---

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação  
da Universidade Nova de Lisboa

# LOCALIZAÇÃO ÓPTIMA DO FUTURO HOSPITAL DE SINTRA

*Aplicação de Modelos de Location-Allocation  
no planeamento de Cuidados de Saúde*

Dissertação orientada por  
Professor Doutor Marco Paínho  
Professora Doutora Paula Santana

Novembro de 2010

## AGRADECIMENTOS

A produção de uma dissertação não é resultado da investigação de um só autor. De facto, sem o apoio que algumas pessoas me deram ao longo destes anos, nunca teria chegado a este momento.

Em primeiro lugar quero agradecer aos Professores Paula Santana e Marco Painho, pela atenção e disponibilidade neste desbravar de caminhos desconhecidos.

Em segundo lugar, agradeço à minha família o amor, estabilidade e educação. Sem o apoio e ensinamentos que os meus pais - António e Armanda -, as minhas irmãs – Patrícia e Raquel -, os meus avós – Carminda, Armando, Manuel e Maria -, os meus tios e seus filhos – Aida, André, Francisco e Inês – me deram ao longo da vida, nunca teria chegado até aqui.

No mesmo sentido, mas de um modo especial, agradeço ao meu marido, Amândio, pela paciência e amor demonstrado no dia-a-dia.

Não esqueço todos os amigos que, tantas vezes, entenderam a minha ausência e o meu cansaço; em especial à Rita Santos, colega que passou a grande amiga e que me convenceu de que tinha capacidade para ir mais longe.

Por fim, quero dedicar esta dissertação ao meu filho, Diogo, que em breve terei nos meus braços, com a esperança de um dia ser capaz de o apoiar na descoberta do seu caminho e seja feliz.

“Vivemos num mundo que é cheio de miséria e ignorância, e o dever simples de cada um e de todos é de tentar e fazer com que o pequeno recanto que possa influenciar, seja um pouco menos miserável e um pouco menos ignorante do que era antes”.

Thomas Henry Huxley (1825 – 1895).

# LOCALIZAÇÃO ÓPTIMA DO FUTURO HOSPITAL DE SINTRA

## *Aplicação de Modelos de Location-Allocation*

### *no Planeamento de Cuidados de Saúde*

#### RESUMO

Num mundo cada vez mais esclarecido, as decisões sobre o território têm de ser bem fundamentadas e objectivas. Planear passou a ser um acto mais estratégico que de vontades ou apenas de desenho. Exemplo disso é a localização de um novo equipamento, sendo ainda mais relevante quando se trata de um Hospital e a alocação de uma população ao mesmo. Os planeadores do território sempre entenderam a localização como um factor crítico do sucesso de um novo equipamento. No entanto, perceber todos os aspectos da localização, potencial da área de influência e comportamentos do consumidor pode revelar-se uma tarefa de elevada complexidade.

Nesta dissertação apresenta-se uma metodologia de apoio à decisão na avaliação de localizações potenciais para instalação do Futuro Hospital de Sintra (FHS), em conjugação com o actual Hospital Fernando da Fonseca (HFF), com base em metodologias de Sistemas de Informação Geográfica e modelos de *Location-Allocation*.

A modelação de 22 cenários distintos, teve em conta a conjugação de factores como critérios de localização – disponibilidade de terreno livre para construção; a proximidade a equipamentos de segurança (Bombeiros, GNR e PSP), a heliportos, à rede viária principal e à rede de transporte público; uma boa exposição solar e um declive baixo - e a distribuição da procura potencial e expressa, residente nos concelhos de Amadora e Sintra. A análise dos 22 cenários resultou em 10 soluções óptimas para a construção do FHS. Entre estas, identificou-se a solução E, localizada na freguesia de Agualva, como sendo a melhor. Esta resultou de um cenário em que a procura foi traduzida pela distribuição dos utentes do HFF, em 2008, e a oferta foi definida pelas áreas de código postal de 7 dígitos que possuísem terrenos vazios com mais de 4ha.

Tal escolha deveu-se ao facto de melhorar a acessibilidade a menos de 20 minutos, quando comparado com a situação actual, para 19,2% da população em transporte individual, e 21,2% em transporte público. Adicionalmente, esta solução permite afectar mais 7,5% residentes que actualmente se encontram mais próximos de outros Hospitais que não o HFF, passando a cobertura de cuidados de saúde nos concelhos de Amadora e Sintra de 82,7% para 90,2% da população.

Em conclusão, a escolha dos critérios utilizados como base para identificação de uma localização óptima influenciam a mesma e nem sempre a análise dos critérios mais importantes se revela como a melhor opção. É, sem dúvida, essencial modelar vários cenários e utilizar um critério de avaliação uno que permita contrapor as várias soluções.

# OPTIMUM LOCATION FOR FUTURE HOSPITAL OF SINTRA

## *Applying Location-Allocation Model in Health Care Planning*

### ABSTRACT

In a world based on information, decisions concerning territory have to be more substantiated and objective. Nowadays planning is much more about strategy than wills or design. An example is the location of a new equipment, specifically an Hospital, since it implies the allocation of a population. Territory planners always regarded location as a critical factor for new equipment success. However, understanding all location features, catchment area potential and consumers' behavior may reveal an highly complex task.

This dissertation presents a decision support methodology to assess potential locations for the new Hospital of Sintra (FHS), jointly with Hospital of Fernando da Fonseca (HFF), using Geographical System Information methodology and location-allocation models.

22 distinct scenarios were modelled considering several location criterions – as availability of free building space, proximity to security equipments (fireman and police forces), heliport, main road network and public transport network, good solar exposition and low slope terrain – and the distribution of Amadora and Sintra councils express and potential demand. From these scenarios result 10 optimum locations for new Hospital of Sintra construction. Of this set, solution E – located on Agualva ward - was identified as the best location. This solution results from a scenario where the demand was taken as the distribution of HFF patients in 2008, and the supply by the postcode area that had 4ha of building terrain.

Choice for this solution is due to the improvement of less than 20 minutes accessibility, to 19,2% for individual transport and 21,2% for public transport. This solution also benefits 7,5% residents that currently are nearer other hospitals which aren't HFF, implying that in this way the 82,7% and 90,2% of Amadora and Sintra councils population will have health care coverage.

In conclusion, the choice of the criterions used to identify the optimum location influences it and not always the analysis of all the criterions reveals to be the best option. Is, without doubt, essential analyse several scenarios and evaluate them in order to find the best location.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Acessibilidade Geográfica

Localização de Hospitais

Modelos de Location-Allocation

Planeamento em Saúde

Problema de Localização

Sistemas de Informação Geográfica

## **KEYWORDS**

Geographic accessibility

Location of Hospitals

Location-Allocation Models

Health Planning

Location Problem

Geographic Information Systems

## ACRÓNIMOS

ACSS – Administração Central do Sistema de Saúde

CLC – *Corine Land Cover*

CM – Câmara Municipal

CP – Comboios de Portugal

CTT – Correios, Telefones e Telegramas – Correios de Portugal

DGOTDU – Direcção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

ESRI - *Environmental Systems Research Institute*

FHS – Futuro Hospital de Sintra

H - Hospital

HFF – Hospital Fernando da Fonseca

IGP – Instituto Geográfico Português

INE – Instituto Nacional de Estatística

MS – Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial de Saúde

PDM – Plano Director Municipal

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SNS – Serviço Nacional de Saúde

ULS – Unidade Local de Saúde

USF – Unidade de Saúde Familiar

ULSAS - Unidade Local de Saúde da Amadora/Sintra

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract.....	v
Palavras-Chave .....	vi
Key-Words .....	vi
Acrónimos .....	vii
Índice .....	viii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Quadros.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1. Problematização .....	2
1.2. Objectivos .....	2
1.3. Estrutura.....	2
2. Critérios de Localização para Instalação de um Hospital .....	3
2.1. Utilização dos Cuidados de Saúde .....	4
2.2. Procura Potencial e Procura Expressa .....	8
2.3. Acessibilidade Geográfica.....	9
2.4. Normas Técnicas de Regulamentação .....	12
3. A Importância da Localização de Equipamentos .....	14
3.1. A Teoria da Localização.....	14
3.2. Modelos de Localização Normativos.....	15
3.2.1. Modelos de Localização de Pontos.....	20
3.2.1.1. Métodos para Resolução de Modelos de Localização de Pontos.....	23
3.3. Aplicação dos modelos de <i>Location-Allocation</i> no planeamento em saúde.....	27
4. Os Sistemas de Informação Geográfica .....	28
4.1. Os Sistemas de Informação Geográfica e os Modelos de <i>Location-Allocation</i> .....	31
4.1.1. Software ESRI para resolução de Modelos de <i>Location-Allocation</i> .....	33
5. A prestação de Cuidados de Saúde em Portugal.....	37
5.1.1. O Hospital Fernando da Fonseca.....	38
6. Localização Óptima do Futuro Hospital de Sintra .....	39
6.1. Métodos e Dados .....	39
6.1.1. Acessibilidade geográfica em transporte público e individual.....	40



6.1.2. Distribuição dos Cuidados de Saúde.....	42
6.1.3. Distribuição da Procura Potencial.....	42
6.1.4. Distribuição da Procura Expressa .....	44
6.1.5. Critérios para localização de um novo Hospital.....	45
6.1.6. Localização óptima do Hospital de Sintra.....	47
6.1.7. Avaliação de soluções identificadas nos cenários.....	50
6.2. Resultados .....	50
6.2.1. Acessibilidade em transporte público e individual .....	50
6.2.2. Os Cuidados de Saúde na Área Metropolitana de Lisboa.....	51
6.2.3. Procura Potencial na área de influência do Hospital Fernando da Fonseca .....	52
6.2.3.1. Acessibilidade da População Residente .....	58
6.2.4. Procura Expressa do Hospital Fernando da Fonseca .....	60
6.2.4.1. Acessibilidade dos Utentes .....	71
6.2.5. Análise Espacial dos critérios de localização .....	72
6.2.6. Cenários de localização óptima.....	73
6.2.7. Avaliação de Soluções identificadas nos Cenários .....	75
6.2.7.1. Avaliação de soluções tendo em conta a acessibilidade em transporte individual .....	78
6.2.7.2. Avaliação de soluções tendo em conta a acessibilidade em transporte público .....	80
6.2.7.3. Discussão dos Resultados da avaliação.....	82
7. Conclusão .....	85
7.1. Dificuldades e Limitações .....	89
7.2. Trabalhos futuros .....	89
Referências Bibliográficas .....	91
Anexos .....	103
1. Figuras.....	103
2. Alocação da Estimativa de População Residente em 2008 à subsecção estatística .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percepção de saúde-doença e acesso aos serviços de saúde.....	5
Figura 2. Tipos de análise de problemas possíveis com a ferramenta de <i>Location-Allocation</i> da ESRI. .....	36
Figura 3. Fluxograma de resolução do problema. ....	40
Figura 4. Tempo médio na deslocação das Unidades de Saúde ao HFF. ....	52
Figura 5. Área de acessibilidade aos Hospitais da Área Metropolitana de Lisboa .....	53
Figura 6. Evolução da População Residente na área de influência do HFF, 1981 a 2008. ....	53
Figura 7. Tecido Urbano segundo o <i>Corine Land Cover</i> (2000 e 2006) e localização dos loteamentos já aprovados.....	54
Figura 8. Distribuição da População em 2001.....	55
Figura 9. Distribuição da População em 2008.....	56
Figura 10. Crescimento da População 2001-2008. ....	57
Figura 11. Pirâmide Etária da Área de Influência do HFF, 2001 e 2008. ....	57
Figura 12. Taxa de Crescimento Migratório, 1996 a 2008. ....	58
Figura 13. Acessibilidade ao HFF utilizando o transporte individual. ....	59
Figura 14. Valor percentual de população residente (2008) por nível de acessibilidade, em transporte individual e público, ao HFF. ....	60
Figura 15. Acessibilidade ao HFF utilizando o transporte público.....	61
Figura 16. Total de utentes que utilizaram o HFF em 2008. ....	61
Figura 17. Valor percentual de utentes que se deslocaram ao HFF em 2008 na População Residente em 2008. ....	62
Figura 18. Total de Uteses que utilizaram o HFF em 2008.....	62
Figura 19. Valor percentual do género no total de utentes que se dirigiram ao HFF em 2008. ....	63
Figura 20. Importância da classe etária no total de utentes que se dirigiram ao HFF em 2008.....	64
Figura 21. Número médio de episódios por Utese, segundo a classe etária. ....	65
Figura 22. Total de episódios ocorridos no HFF em 2008 por Freguesia.....	65
Figura 23. Total de episódios ocorridos em 2008 no HFF.....	66
Figura 24. Número de episódios por utente que se dirigiu ao HFF em 2008 e por habitante residente na área de influência do HFF. ....	66
Figura 25. Tipologia de episódio por classe etária. ....	67
Figura 26. Valor percentual da tipologia de episódio ocorrido em 2008 por classe etária. ....	68
Figura 27. Tipo de episódios ocorridos no HFF em 2008 tendo em conta a origem dos utentes.....	68
Figura 28. Valor percentual da urgência no total de episódios ocorridos no HFF em 2008. ....	69

Figura 29. Valor percentual do ambulatório no total de episódios ocorridos no HFF em 2008. ....	69
Figura 30. Valor percentual do internamento no total de episódios ocorridos no HFF em 2008. ....	70
Figura 31. Valor percentual de utentes por intervalo de tempo necessário na deslocação ao HFF segundo o meio de deslocação. ....	71
Figura 32. Locais candidatos a localização do novo Hospital, tendo em conta o número de critérios de localização a que correspondem. ....	73
Figura 33. Localização Optima segundo os Cenários modelados. ....	76
Figura 34. Imagem de satélite da localização da solução segundo os cenários modelados. ....	77
Figura 35. População Residente (2008) por níveis de acessibilidade em transporte individual aos Hospitais HFF e FHS. ....	83
Figura 36. Acessibilidade em transporte individual ao HFF e à Solução E. ....	83
Figura 37. População Residente (2008) por níveis de acessibilidade em transporte público aos Hospitais HFF e FHS. ....	84
Figura 38. Acessibilidade em transporte público ao HFF e à Solução E. ....	84
Figura 39. Área de acessibilidade ao FHS e aos Hospitais da Área Metropolitana de Lisboa ....	85
Figura 1.1. Questões e componentes de um modelo para localização. ....	103
Figura 1.2. Tipos de modelos de localização com pontos. ....	103
Figura 1.3. Esquema de resolução do problema de $p$ -mediana. ....	104
Figura 1.4. Funções básicas de um SIG. ....	104
Figura 1.5. Funções de um SIG para planeamento de equipamentos. ....	105
Figura 1.6. Freguesias da área de influência do HFF. ....	105
Figura 1.7. Fluxograma definido para modelação da acessibilidade em transporte público e individual. . .....	106
Figura 1.8. Fluxograma definido para distribuição dos cuidados de saúde. ....	106
Figura 1.9. Fluxograma definido para distribuição da procura potencial. ....	107
Figura 1.10. Fluxograma definido para análise da procura expressa. ....	107
Figura 1.11. Fluxograma definido para identificação de locais com base em critérios de localização. .... .....	108
Figura 1.12. Fluxograma definido para identificação da localização optima. ....	109
Figura 1.13. Fluxograma definido para avaliação de soluções. ....	109
Figura 1.14. Rede Viária na área de influência do HFF. ....	110
Figura 1.15. Rede de Transporte Público na área de influência do HFF. ....	110

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Indicadores de dimensionamento e lotação de um Hospital. ....	14
Quadro 2. Hierarquização dos critérios de localização e respectivo peso. ....	47
Quadro 3. Número de pontos de procura potencial e da procura expressa, tendo em conta o critério analisado. ....	47
Quadro 4. Caracterização dos cenários. ....	49
Quadro 5. População que reside na área de influência do HFF mas que se encontra mais próxima de outro Hospital. ....	52
Quadro 6. Acessibilidade em transporte individual e transporte público da população residente (2008) por níveis de acessibilidade ao HFF. ....	59
Quadro 7. Principais Nacionalidades de utentes no HFF. Valor percentual dos Episódios e Episódios por utente ocorridos no HFF em 2008. ....	70
Quadro 8. Principais Nacionalidades de utentes no HFF. Peso no total de episódios e por tipo de episódio. ....	70
Quadro 9. Total de utentes por intervalo de tempo necessário na deslocação ao HFF segundo o meio de deslocação. ....	71
Quadro 10. Correlação entre o tempo médio até ao HFF e variáveis demográficas relativas aos utentes. ....	72
Quadro 11. Correlação entre o tempo médio até ao HFF e variáveis demográficas relativas aos episódios. ....	72
Quadro 12. Cenários tendo em conta os critérios de localização em que estão contidos. ....	74
Quadro 13. HFF+Solução: População Residente (2008) por nível de acessibilidade – transporte individual. ....	78
Quadro 14. HFF + Solução: Ganhos e Perdas (%) de População Residente (2008) por níveis de acessibilidade – transporte individual. ....	79
Quadro 15. HFF + Solução: População Residente (2008) afecta por Unidade de Saúde Hospitalar. ...	79
Quadro 16. HFF+Solução: População Residente (2008) por nível de acessibilidade – transporte público. ....	80
Quadro 17. HFF + Solução: Ganhos e Perdas (%) de População Residente (2008) por níveis de acessibilidade – transporte individual. ....	81
Quadro 18. HFF + Solução: População Residente (2008) afecta por Unidade de Saúde Hospitalar. ...	82
Quadro 19. População que reside na área de influência do HFF e do FHS mas que se encontra mais próxima de outro Hospital. ....	86

## 1. INTRODUÇÃO

O território é suporte de relações (sociais, económicas e políticas) em permanente interacção, no qual os diferentes actores sociais procuram viabilizar os seus projectos e desejos para melhorar a sua qualidade de vida (Santos, 1996; Gonçalves e Miranda, 2010). Contudo, estes confrontam-se com problemas, necessidades e insatisfações distintas que se podem modificar para melhor ou para pior, dependendo da participação do poder central e local e da própria população.

Por outro lado, o estado de saúde de um grupo populacional num território é definido não só pelos problemas e necessidades em saúde, mas também pelas respostas sociais a esses problemas, pelo que ao pretender alterar situações de injustiça social e territorial, é necessário identificar as barreiras no acesso à saúde e aos cuidados de saúde que os grupos mais vulneráveis têm que enfrentar, principalmente os que estão expostos à pobreza e exclusão social ou isolamento geográfico (Mackenbach *et al.*, 2003; Santana, 2005; Ramalho *et al.*, 2006:14; Marmot *et al.*, 2008).

Geógrafos, arquitectos e urbanistas têm como objectivo pensar e ordenar este território para que os serviços e equipamentos tenham impacte positivo, melhorando o dia-a-dia das populações, sendo para tal necessário conhecer bem o espaço que se planeia. Contudo, trabalhar o que já existe, modificar a estrutura já consolidada e conciliar novas propostas é sem dúvida um grande desafio (Araújo *et al.*, 2003).

Adicionalmente, as decisões (técnicas e políticas) relativas à localização de equipamentos implicam investimentos significativos, tornando-se obrigatório o planeamento estratégico na implementação e a fundamentação na escolha de determinada localização, pelo que é necessário basear decisões em critérios transparentes, bem apoiados em informação fiável e actualizada (Davis, 1997; Arakaki e Lorena, 2006).

São várias as metodologias que têm sido utilizadas para apoiar a decisão. Nas últimas décadas, a utilização de informação espacial, na forma de cartografia digital, tem-se generalizado em áreas tão diversas como o marketing, a gestão e o planeamento. Estas frequentemente recorrem à análise de dados espaciais e à aplicação de modelos de localização para avaliar o impacto de uma intervenção no espaço ou definir uma estratégia para conduzir essa intervenção; muitas vezes através da aplicação de metodologias de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Yeh e Chow, 1996; Ribeiro e Antunes, 2002; Arakaki e Lorena, 2006; Gonçalves, 2007; Mapa, 2007:35).

Embora pouco utilizados no sector da saúde em Portugal, a aplicação destas metodologias será uma ferramenta útil no planeamento de cuidados de saúde, por permitir solucionar um problema clássico de planeamento da oferta de um serviço público: a optimização da localização,

fundamentada no critério de minimização das distâncias agregadas a percorrer pela população (Yeh e Chow, 1996; Monteiro e Pascoal, 2005; Rodrigues *et al.*, 2008).

### 1.1. Problematização

O problema consiste na identificação da localização óptima para a construção de um novo Hospital – o Futuro Hospital de Sintra (FHS) – no território de referência do Hospital Fernando da Fonseca (HFF), tendo em conta a interacção com este Hospital e a distribuição da procura potencial e expressa.

Assumindo a complexidade inerente à localização óptima e reconhecendo a importância da Cartografia no Planeamento dos Equipamentos/Serviços nas diversas etapas, esta dissertação propõe a modelação de um SIG e a aplicação de algoritmos de *Location-Allocation*. Desta forma é possível analisar informações no que se refere à identificação e à avaliação das condições espaciais que poderão estar na base da tomada de decisão sobre a localização de um equipamento com as características de um Hospital.

### 1.2. Objectivos

Pretende-se desenvolver um sistema de apoio à decisão baseado em redes, na aplicação de algoritmos de *Location-Allocation* e na plataforma computacional SIG.

O objectivo é a utilização dessas três metodologias para identificar a localização óptima para o FHS, dotando de uma ferramenta adequada os decisores responsáveis pela sua instalação.

Como objectivos específicos, pretende-se: a) identificar uma metodologia para alocação da População Residente em 2008 às subsecções estatísticas (INE); b) analisar a distribuição dos utentes do HFF em 2008 e o seu perfil de utilização, identificando o factor ponderativo que a acessibilidade tem na utilização dos cuidados de saúde; c) verificar se há discrepâncias na localização óptima quando se tomam decisões distintas sobre os locais candidatos à instalação do equipamento.

### 1.3. Estrutura

Para além da Introdução e Conclusão, a dissertação está organizada em cinco capítulos distintos: três relativos à teorização do problema e dois à aplicação prática.

No segundo capítulo procura-se identificar quais os critérios que podem estar na génese da localização de um Hospital, dando atenção não só às normas regulamentares existentes em Portugal, mas também ao modo como os cuidados de saúde são utilizados pela população, à análise da procura e à importância da acessibilidade geográfica.

O terceiro capítulo pretende enquadrar os vários modelos de localização existentes e identificar estudos de aplicação de modelos de localização no âmbito da saúde.

No quarto capítulo procurou-se analisar como os SIG são importantes em estudos de saúde, demonstrar o papel que os SIG poderão ter na resolução de problemas de localização e, por fim, perceber como funcionam os algoritmos de *Location-Allocation*.

No quinto capítulo é abordada a organização de cuidados de saúde no âmbito do Serviço Nacional de Saúde e das Unidades de Saúde em estudo (HFF e FHS), enquadradas no âmbito da legislação em vigor. É dada ênfase à criação das Unidades Locais de Saúde, onde se irão inserir aquelas duas estruturas, juntamente com Centros e Extensões de Saúde.

Por fim, no sexto capítulo são apresentados os resultados da caracterização do território (acessibilidade geográfica, população residente, utentes e critérios de localização) e da modelação dos cenários de localização. São, ainda, avaliados os resultados dos vários cenários com base em critérios comuns, de modo a identificar qual a localização ótima para o FHS.

## 2. CRITÉRIOS DE LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO DE UM HOSPITAL

O planeamento em saúde pode ser considerado simultaneamente como um instrumento de intervenção social e como técnica – originária do planeamento económico - de racionalização do uso de recursos escassos. Segundo Castiel e Rivera (1985), tal racionalização é vista pela óptica da escolha das opções alternativas que maximizam os efeitos e tornam os custos inferiores (análise de custo/benefício).

Três recursos de base espacial têm de ser considerados na análise custo/benefício – a cobertura, a acessibilidade e a relação entre a oferta e a procura -, os quais são parte integrante de um sistema logístico e estão inter-relacionados. No caso de um equipamento de saúde, para além destes recursos é necessário ter em conta também as normas regulamentares.

De facto, a localização geográfica, a alocação dos utentes aos equipamentos e a gestão precisam de estar inter-relacionados uns com os outros de forma ótima, de modo a obter-se uma cadeia de suprimentos competitiva e optimizadora. Por exemplo, Rodrigues e outros (2008) referem que tanto o estudo da capacidade instalada como a análise da acessibilidade são de uma importância capital, dado que, ao procurar o equilíbrio de mercado entre a oferta e a procura potencial, permitem determinar as áreas carenciadas.

Para saber qual a melhor configuração destes recursos e fluxos, é necessário tratá-los simultaneamente, pois cada um destes factores afecta o outro. Ou seja, o tratamento integrado destes três factores permite uma tomada de decisão mais assertiva quanto aos recursos de uma região. Uma decisão que favoreça um destes factores pode prejudicar os outros. Contudo, a maioria dos trabalhos abordam apenas partes ou sub-partes do problema total (Martos e Yoshizaki, 1999).

Noutros projectos de planeamento de equipamentos é utilizado o método dos pesos, utilizando factores como aspectos demográficos e económicos, aspectos legais, custos, acessibilidade e tráfego, envolvente comercial e características locais (DGOTDU, 2002; EGP, 2006).

## 2.1. Utilização dos Cuidados de Saúde

Um dos objectivos prioritários de qualquer sistema de saúde é reduzir as diferenças em matéria de saúde, permitindo a equidade e organizando as infra-estruturas dos sistemas de prestação de cuidados, para que haja uma distribuição, de acordo com as necessidades, que seja económica e culturalmente acessível e contemplando os meios necessários para diminuir as diferenças sociais e as injustiças com impacto directo ou indirecto sobre a saúde e sobre o acesso aos cuidados de saúde (Santana, 1995:31; Oliveira e Bevan, 2008).

Neste sentido, há que procurar potenciar o contributo das infra-estruturas, equipamentos e serviços de saúde na qualidade de vida - numa lógica da acessibilidade e qualidade da prestação do serviço - assente numa rede de proximidade e de serviços de transporte que permita a mobilidade – preferencialmente em transporte público - dos doentes e o acesso aos serviços em condições razoáveis de distância-tempo, bem como uma distribuição e fixação mais equitativa de recursos humanos especializados. Contudo, o que tem objectivado mais a localização dos cuidados de saúde num determinado território é a preferência por locais atractivos, quer em termos físicos quer pela concentração da população potencialmente utilizadora e ainda pela complementaridade de funções. Por exemplo, em Portugal há uma evidente concentração de médicos e serviços de saúde em Lisboa, Porto e Coimbra (Santana, 1995; Giraldes, 1995; Oliveira e Bevan, 2003; Rodrigues *et al.*, 2008).

Por outro lado, a população não utiliza os cuidados de saúde de igual modo (Santana, 1995). Tomando como exemplo uma “simples” dor de cabeça, esta pode ter vários significados para diferentes indivíduos e grupos populacionais que vivem e trabalham num mesmo território e, como tal, cada indivíduo ou grupo irá procurar resolver o seu problema de acordo com as suas percepções e entendimentos, seja em relação ao processo saúde-doença, seja quanto à capacidade resolutiva dos serviços de saúde: alguns podem dirigir-se à urgência do Hospital, outros irão à consulta aberta no seu Centro de Saúde, outros telefonarão para a linha Saúde24, outros irão recorrer a um médico privado e outros preferirão ir directamente à farmácia ou auto-medicarem-se (figura 1). Isto é, as desigualdades no uso de serviços de saúde reflectem, para além das características da oferta de serviços que cada sociedade disponibiliza, tanto as desigualdades individuais no risco de adoecer e morrer, como as diferenças no comportamento dos indivíduos perante a doença (Santana, 1995; Travassos *et al.*, 2000).



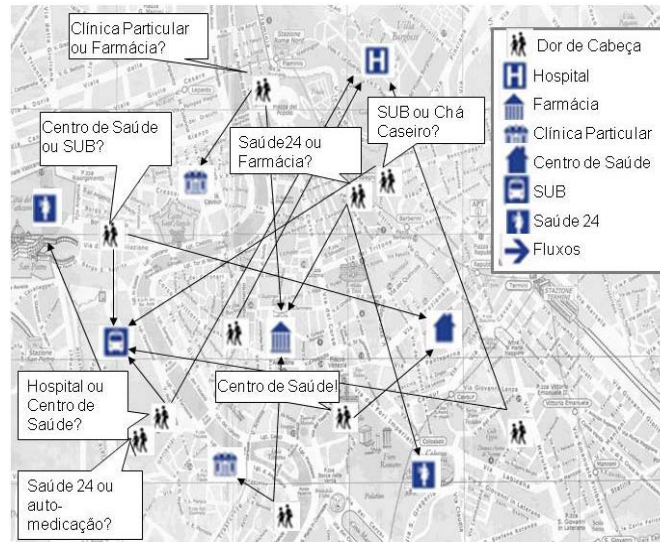


Figura 1. Percepção de saúde-doença e acesso aos serviços de saúde  
 Fonte: baseado em Ramalho *et al.*, 2006.

Em linhas gerais, são consideradas duas metodologias de planeamento em saúde: uma baseada na oferta de serviços (oferta); e outra baseada na população, ou nas necessidades de saúde (procura). Estes modelos baseiam-se na utilização de dados estatísticos e de normas de eficiência, eficácia e efectividade dos serviços, dando ênfase à informação estratégica, quantitativa e qualitativa, relacionada com a dinâmica social.

No modelo de planeamento a partir da oferta o ponto de partida é o serviço - que apresenta problemas de sub ou de super-utilização - e a metodologia reduz-se à adequação desta à procura potencial, isto é: 1. determina a procura actual; 2. projecta a procura futura potencial; 3. permite elaborar normas de programação de modo a determinar qual a oferta que é necessária; 4. realiza um balanço entre a oferta disponível e a necessária; 5. procede ao ajustamento da oferta. Este tipo de abordagem não se interessa pela informação demográfica e epidemiológica da população, limitando-se à adequação da situação existente em termos do padrão de organização da oferta (Castiel e Rivera, 1985; Tannen, 1985). A maioria dos estudos de planeamento em cuidados de saúde em Portugal utiliza este modelo de planeamento.

O modelo de planeamento a partir da população analisa o perfil epidemiológico no que diz respeito à determinação das necessidades, utilizando critérios demográficos, de morbilidade e mortalidade, isto é: 1. identifica os problemas de saúde da procura; 2. avalia os factores e os níveis de risco por categoria biológica ou social; 3. realiza uma projecção dos níveis de risco; 4. permite a elaboração de normas e programas de combate aos factores de risco; 5. quantifica os recursos necessários; 6. compara os recursos disponíveis com os recursos necessários; 7. realiza um ajustamento dos recursos. Permite, assim, trabalhar com variáveis de carácter social, dentro da concepção do risco social, proporcionando a introdução de um foco mais estratégico no

planeamento, na medida em que a fase de projecção da situação actual dos factores de risco e dos níveis de risco pressupõe a previsão de cenários políticos e económicos. Segundo Tannen (1985), trata-se, na sua acepção mais ampla, de uma visão que viabiliza, *à priori*, um tipo de intervenção intra e extra-sectorial.

De facto, os padrões de utilização dos cuidados de saúde resultantes da interacção oferta/procura são determinados e influenciados por factores que se inter-relacionam (Santana, 1995). Ao nível da oferta, a distribuição geográfica dos equipamentos de saúde é um dos factores que influencia a sua utilização; a distância entre a localização da procura e da oferta impõe dificuldade adicional na utilização desses serviços, especialmente junto de uma população que padece com condições de vida precárias (Santana, 1995, 1999; Travassos *et al.*, 2000; Guimarães *et al.*, 2006; Ramalho *et al.*, 2006:38). Adicionalmente, considerando que a prestação de cuidados de saúde é composta por diferentes níveis (serviços básicos - que são de utilização frequente e envolvem menos custos - e serviços complexos - que envolvem maior utilização de tecnologia e menor densidade espacial de procura) e que estão sujeitos a economias de escala, a distribuição da oferta apresenta-se espacialmente diferenciada.

A construção de novas Unidades de Cuidados de Saúde é outro factor, uma vez que o aparecimento de uma nova unidade induz a procura de cuidados por parte de uma população que até aí não recorria tão frequentemente aos cuidados de saúde, ou dirigia-se a um consultório privado, por dificuldades de acesso geográfico (Roemer, 1993; Santana, 1995; Zuchi *et al.*, 2000).

Também a dimensão sócio-organizacional - nomeadamente as características da oferta que obstruem ou aumentam a capacidade das pessoas no uso de serviços (Travassos e Martins, 2004) - e a qualidade dos equipamentos – o facto de a oferta de cuidados médicos de melhor qualidade variar inversamente com as necessidades da população servida<sup>1</sup> – são também factores importantes na análise da oferta (Santana, 1995).

Outros factores são, por exemplo, a disponibilidade de meios para obtenção de cuidados de saúde - tais como unidades de saúde públicas, consultórios privados, farmácias, etc. (Santana, 1995; Ramalho *et al.*, 2006:38) -, aspectos estruturais e funcionais do serviço - tais como o espaço físico, circuitos de marcação de consultas, horários de funcionamento e barreiras e circuitos administrativos (Adrahi *et al.*, 1986; Baleiras e Ramos, 1992; Santana, 1995) -, o progresso técnico-médico contínuo e o processo de difusão da inovação (Zuchi *et al.*, 2000) e a cultura médica local dos profissionais que realizam esses serviços (Santana, 1995; Ramalho *et al.*, 2006:38).

---

<sup>1</sup> A classe social mais baixa está associada com um tipo de acesso desvantajoso dos serviços médicos e, todavia, é neste grupo que são detectados os mais altos níveis de doença (Philips e Learmonth, 1982; Santana *et al.*, 2008b; Marmot *et al.*, 2008).

A influência de cada um destes factores varia em função do tipo de serviço (ambulatório, hospitalar, domiciliário, etc.) e da proposta assistencial (cuidados preventivos, curativos ou de reabilitação). No entanto, todos os serviços necessitam de garantir bom acesso geográfico aos potenciais utilizadores (acessibilidade potencial e revelada<sup>2</sup>), constituindo-se como medida de avaliação de qualidade dos serviços ou motivo de satisfação (Adrahi *et al.*, 1986; Santana, 1995).

Os factores que influenciam a procura de cuidados de saúde são de natureza mais variada, podendo-se sobrepor, aumentando ainda mais a procura. A procura de serviços de saúde está directamente relacionada com a percepção que os indivíduos, e as populações, têm acerca das necessidades e problemas de saúde e a opção/decisão de cada indivíduo ou grupo populacional específico (crianças, mulheres, idosos, homens, diabéticos, e outros) perante a oferta de cuidados de saúde (Santana, 1995). Esta percepção depende não só de critérios específicos, mas também de factores como a experiência passada com os serviços de saúde, técnicas oferecidas e sua proximidade e do que se espera dos serviços oferecidos (Pineault e Daveluy, 1986; Santana, 1995; Zuchi *et al.*, 2000; Ramalho *et al.*, 2006).

Por outro lado, há que ter em conta também factores psicossociais, onde se incluem aspectos relacionados com a motivação, percepção e aprendizagem, com significativa influência sobre o consumo, quer a nível individual, quer a nível colectivo. Por exemplo, há maior consumo de cuidados de saúde por parte do sexo feminino quando comparado com o sexo masculino (Santana, 1995; Oliveira e Bevan, 2003). Essa diferença, para além de ser mais evidente com o avançar da idade, é mais importante nos momentos em que os problemas gineco-obstétricos são mais frequentes (Hulka e Wheat, 1985; Santana, 1995; Pinheiro *et al.*, 2002). O consumo de cuidados de saúde também aumenta com o nível de instrução, como consequência do melhor conhecimento dos sintomas e do risco de gravidade dos mesmos. Os factores socioeconómicos são também relevantes, de que são exemplo um bom nível socioeconómico (atenua os factores ambientais adversos). A localização geográfica da população é também importante; a população urbana tende a consumir mais Cuidados de Saúde Hospitalares do que a população rural (Santana, 1995). O tamanho da família e a categoria socioprofissional também são factores determinantes de desigualdades na procura dos cuidados de saúde (Pineault e Daveluy, 1986; Santana, 1995; Zuchi *et al.*, 2000).

Do lado da oferta reconhecem-se factores que influenciam a procura, nomeadamente ao nível sociocultural (inovação e valores sociais) e organizacional (recursos disponíveis e características da oferta: disponibilidade de médicos, hospitais e modo de remuneração) para além de factores relacionados com a interacção do comportamento do indivíduo que procura cuidados e

---

<sup>2</sup> Joseph e Phillips (1984) distinguem acessibilidade potencial, a qual é influenciada por factores sociais, económicos, organizacionais e pelo sistema de cuidados de saúde, e a acessibilidade revelada, que pode ser definida como a utilização dos serviços e medida em frequência de atendimento ou resultados dos actos médicos.

do profissional que o conduz dentro do sistema de saúde, incluindo as próprias características sociodemográficas e sociopsicológicas dos profissionais de saúde (características demográficas, tempo de formação, especialidade, experiência profissional, tipo de prática e forma de pagamento) (Pineault e Daveluy, 1986; Dever, 1988; Zuchi *et al.*, 2000; Santana, 2005; Travassos e Martins, 2004).

Em áreas geográficas de maior acesso a utilização dos serviços por parte dos utentes é influenciada pela proximidade. Factores facilitadores como a existência de transporte público e informação também têm efeito visível na procura. Por exemplo, a instalação de uma nova Unidade de Saúde, ao estar próximo da população mais carenciada em termos económicos, aumenta a possibilidade de utilização dos serviços, pois a distância a percorrer entre o local de residência e o de oferta dos serviços de saúde é menor, deixando a distância de ser uma barreira no acesso aos serviços (Santana, 1995:32).

Os factores organizacionais dependem de como se organiza administrativamente o acesso aos Serviços de Saúde e como grupos ou indivíduos conseguem lidar burocraticamente com o sistema ou exercer os seus direitos, nomeadamente: a) ao nível de barreiras impostas por códigos implícitos de pertença social, comportamento ou linguagem; b) barreiras de natureza burocrática, especificamente geradas por via administrativa; ou, c) barreiras de normalização, resultantes da crescente burocratização dos procedimentos em saúde, através da implementação de protocolos aferidores de boas práticas médicas.

Outros factores que influenciam a utilização dos Serviços de Saúde são: a) a possibilidade de acesso sem custo para o utente, ou com custo reduzido, o que potencialmente acentua o consumo; b) o actual perfil da evolução demográfica da população portuguesa, caracterizado pelo envelhecimento e pela concentração da população nos espaços urbanos; c) o perfil epidemiológico da população; d) factores políticos relacionados com o tipo de sistema de saúde, financiamento, tipo de seguro de saúde, quantidade, distribuição dos recursos, legislação e regulamentação profissional e do sistema.

## **2.2. Procura Potencial e Procura Expressa**

No seio da investigação em geografia, as análises demográficas baseadas na clássica tríade indivíduo-espaco-tempo têm-se revelado um elemento chave para o seu entendimento. Como tal, a caracterização das dinâmicas populacionais fornece importantes pistas sobre as causas e consequências de diversos problemas que hoje afectam o território.

Conhecer onde e como vive a população em determinado momento e ao longo do tempo, são questões essenciais no processo de desenvolvimento de um território, pertinentes para decisores políticos e intervenientes no planeamento de todos os sectores da sociedade (Akol *et*

*al.*, 2009). O conhecimento das disparidades em território urbano desempenha um papel fulcral no apoio à tomada de decisão, através da formulação realista e adequada das políticas de acção e servindo de fio condutor para a melhoria da sua qualidade de vida e bem-estar (Torres, 2006).

A distribuição da população assume-se assim como uma das variáveis fundamentais no planeamento de um novo equipamento. Dada a necessidade de garantir a acessibilidade ao novo equipamento importa ter como suporte uma correcta e actualizada representação da estrutura e do modelo de distribuição territorial da população residente, de forma a não introduzir enviesamentos que condicionem a eficácia e os níveis de cobertura.

No entanto, para avaliar as desigualdades no acesso aos serviços básicos de saúde é necessário ir além dos clássicos estudos da procura e identificar os utentes que utilizam os cuidados de saúde existentes (ACRA, 1999; Oliveira e Bevan, 2003). Nesse sentido, é importante analisar as características da população residente na área de influência (procura potencial) e dos utentes que utilizaram estruturas de saúde da área de influência (procura expressa).

Em complemento, é necessário compreender a relação entre a estrutura social (género, idade, etc.) e as condições de saúde para que a intervenção através de políticas públicas seja a mais adequada. Nessa perspectiva, e tendo em conta que o espaço é socialmente construído, a análise do território é uma alternativa metodológica que permite estabelecer uma aproximação entre o contexto onde reside a procura potencial/expressa e a prestação de cuidados de saúde e evidenciar relações entre a saúde e a estrutura social da população (Mendes, 1999; Paim, 1997; Santana, 1995; 2005; Santana *et al.*, 2007a). Estudos nesta direcção podem subsidiar e orientar políticas públicas no sentido da equidade, formular intervenções capazes de aprimorar as condições de vida e orientar os modelos assistenciais no que toca à organização da rede de cuidados de saúde, diminuindo as desigualdades no acesso e uso dos serviços (Oliveira e Bevan, 2003).

### **2.3. Acessibilidade Geográfica**

Entender a acessibilidade geográfica a uma Unidade de Saúde é extremamente importante para o planeamento e gestão, pois constitui um aspecto crítico na utilização dos serviços e fundamental para garantir a equidade na saúde (Zaidi, 1994; Santana, 1995; Santana *et al.*, 2010b).

A acessibilidade a um serviço de saúde depende de um conjunto de variáveis, onde a geografia se insere (Santana, 2005). A acessibilidade física ou geográfica está directamente relacionada com a distância entre dois locais: proveniência e destino. É essa distância que possibilita uma classificação morfológica do espaço geográfico, medida em unidades de comprimento, tempo ou custo (Santana, 1995; Vasconcellos, 2000).

A acessibilidade geográfica aos serviços de saúde consiste assim na distância-tempo ao serviço de saúde mais próximo da residência; conjugação dos tempos de percurso e das frequências de transporte (Ferraz e Torres, 2004; Santana *et al.*, 2010b). Assim sendo, a acessibilidade depende não somente da localização das oportunidades mas também da facilidade com que se ultrapassa a(s) barreira(s) entre o indivíduo e o equipamento. As barreiras e as “superfícies” de procura dependem essencialmente da capacidade de vencer essa “distância” (Santana, 1995; Santana *et al.*, 2010b).

A acessibilidade geográfica é um assunto de suma importância para o planeamento urbano, por ser um instrumento que possibilita identificar áreas com desigualdades na oferta (Rodrigues, 2001; Santana *et al.*, 2010b). Uma questão fundamental para o planeamento e avaliação do sector saúde é a da distribuição, no espaço geográfico, dos serviços e da sua clientela. Por exemplo, um mapa de fluxos permite visualizar as ligações estabelecidas pela presença de um serviço em determinados pontos do território, destacando regiões de atracção. Esse tipo de informação é útil na identificação dos pólos de atracção, na regionalização do atendimento, na verificação das distâncias percorridas pela população na busca pela assistência, e dos volumes envolvidos neste deslocamento, para além de alertar para problemas de acesso, sinalizando áreas com poucas opções e configurando pontos de estrangulamento ou oportunidades de desconcentração e regionalizações alternativas.

No entanto, o tamanho da área de influência de uma Unidade de Saúde e as distâncias percorridas pelos seus utilizadores variam com o nível de complexidade dos tratamentos; os tratamentos de uso mais frequente devem estar disponíveis o mais próximo possível do local de residência dos utentes. Esta tese é por vezes contrariada, porque a eficiência e a qualidade na prestação de cuidados de carácter cada vez mais especializado impõem a concentração dos serviços de maior complexidade, resultando em deslocações mais extensas.

A literatura é rica em estudos relativos a medidas indicadoras da acessibilidade aos cuidados de saúde, incluindo os trabalhos desenvolvidos por Wilkinson e outros (1998); Albert e outros (2000); Cromley e McLafferty (2002) e Rodrigues e outros (2007). Tais indicadores servem de instrumento nas comparações da acessibilidade em diferentes partes de uma determinada região e na avaliação das alternativas para novos serviços e acesso a transporte (Al - Sahili e Abdul-Ella, 1992).

São exemplos de indicadores de acessibilidade o rácio de habitantes servidos por equipamento (Santana *et al.*, 2007b; 2009); distância ao equipamento mais próximo (Santana *et al.*, 2010a; Costa *et al.*, 2010); área de influência (Santana *et al.*, 2007b; Costa *et al.*, 2010); e áreas euclidianas entre equipamentos (Guagliardo, 2003; Costa *et al.*, 2009); podendo estes

indicadores ser analisados tendo em conta áreas pré-definidas (por exemplo, um conjunto de concelhos) ou um espaço contínuo.

Alguns autores adoptaram a distância em linha recta para determinar a acessibilidade dos pacientes (a partir das residências) aos serviços de saúde (Costa, 1999), ou aplicaram buffers em torno dos centros de primeiros socorros, a fim de avaliar o "mercado" de utilizadores (Martin e Williams, 1992). No entanto, a modelização isotrópica da acessibilidade demonstra que estas metodologias não podem, verdadeiramente, representar o espaço real "abrangido" pelo serviço médico (Ebener *et al.*, 2005). Deste modo, torna-se cada vez mais urgente a utilização de modelos de rede, tradutores da rede viária, para aferição da acessibilidade.

Por exemplo, Machado e outros (2007) analisaram a acessibilidade, em termos de tempo de deslocação, entre a residência da mãe e o Hospital em que ocorreu o parto, utilizando para tal a rede viária. Por outro lado, Santana e outros (2010a) analisaram a acessibilidade, em termos de custo necessário para realizar a deslocação – tanto utilizando a rede viária como o território não servido por rede viária –, até aos cuidados de saúde primários. Oliveira (2003), utilizou um modelo de fluxos da procura para prever a área de influência dos Hospitais Portugueses. Oppong e Hodgson (1994) e Rodrigues e outros (2007), por outro lado, foram mais além e determinaram a acessibilidade geográfica aos equipamentos do sistema de saúde utilizando a modelação em rede e modelos de *Location-Allocation* a partir de duas proxys: proximidade e cobertura.

Também a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem vindo a trabalhar, desde 2004, no desenvolvimento de modelos para medir a acessibilidade física aos cuidados de saúde, utilizando diversas variáveis integradas num SIG. Tal deve-se à capacidade analítica evidenciada pelos SIG de identificação da área de influência geográfica de uma Unidade de Saúde, onde está contida a população utilizadora deste recurso e à necessidade latente de determinar a capacidade de uma população em aceder a um conjunto de serviços, dando resposta à complexa relação espacial existente entre a população e a oferta de cuidados de saúde (Ebener *et al.*, 2005). Assim, a acessibilidade é utilizada para avaliar a capacidade de uma população obter esse conjunto de cuidados, dependendo da especificidade do motivo da procura (Oliver *et al.*, 2004). Destaca-se o AccessMod, o qual tem em conta não só a rede viária e o tempo de deslocação<sup>3</sup>, mas também a disponibilidade (oferta) de cuidados de saúde prestados pela unidade, proporcionando uma visão mais realista (Ebener *et al.*, 2005).

---

<sup>3</sup> São vários os motivos para usar o tempo de deslocação em vez de distância, quando se mede a acessibilidade: 1) mais facilmente se refere o tempo de viagem, em vez da distância geográfica, quando o paciente toma a decisões sobre a que unidade de saúde se irá dirigir; 2) permite a comparação entre regiões, uma vez que tem em conta o modo de transporte e a transponabilidade do espaço; e 3) o nível de cuidados necessários em situações de emergência é comumente medido em tempo (Ebener *et al.*, 2005).

## 2.4. Normas Técnicas de Regulamentação

A localização de qualquer Hospital dever resultar de uma análise detalhada que tenha como objectivo o cumprimento de diferentes exigências ou recomendações de natureza ambiental, funcional e construtiva (Oliveira, 2006).

Delicado e Paiva (2003) definiram 54 critérios para avaliação de terrenos para instalação de um Hospital, dos quais 36 são critérios de localização, relacionados com: a) a acessibilidade geográfica das instalações; b) suas condições de segurança e de salubridade; c) salvaguarda da capacidade de uso dos solos e de outras restrições ou servidões, caso existam.

Segundo estes autores, uma nova Unidade Hospitalar deve integrar-se na malha urbana, em zonas densamente povoadas ou na periferia da cidade, onde o nível de ruído não seja elevado, em função dos grandes eixos viários existentes ou a prever. De facto, o local deverá ter acessibilidade fácil, tanto a nível pedonal como motorizado, e estar bem servido de transportes públicos, de recolha de lixo e limpeza municipal. Nesse sentido, deverão ser tidos em conta os instrumentos de gestão territorial existentes para o local, de modo a identificar qual a classe em que o terreno se insere e as possíveis restrições ou servidões existentes sobre o mesmo<sup>4</sup>.

Ainda ao nível da acessibilidade, é prioritário que o local ofereça proximidade à população residente na sua área de influência, tendo em conta, entre outros aspectos, os percursos de emergência ou aproximação de ambulâncias e viaturas de bombeiros. Nesse sentido, deve ser dada atenção à afluência simultânea de peões e veículos, particularmente nas horas de ambulatorio mais intenso, garantindo condições para que o trânsito se processe com fluidez e em condições de segurança e conforto. O local deve ser servido por uma boa rede de transportes públicos, existente ou a prever. Por outro lado, é de evitar a proximidade de vias rápidas, caminhos-de-ferro, etc., que possam interferir com os percursos dos utentes e a sua segurança.

Na instalação de uma Unidade Hospitalar é necessário realizar uma avaliação de impacte ambiental, a qual deve compreender a análise do estado do local e do ambiente, a previsão das modificações que o empreendimento provocará e que possíveis medidas devem ser consideradas para compensar as eventuais incidências negativas sobre a qualidade do ambiente e as condições necessárias à saúde humana. Assim, há que analisar as condições existentes ou futuras na envolvente próxima da Unidade Hospitalar e o seu papel determinante para os níveis de segurança ambiental e salubridade, sem esquecer as infra-estruturas externas necessárias ao funcionamento da mesma. Por exemplo, a construção de uma Unidade Hospitalar dotada de

---

<sup>4</sup> As restrições e servidões de utilidade pública estão definidas em legislação específica. Ao nível da conservação do património existem restrições ou servidões relativas ao património natural, o qual agrega os recursos hídricos, os recursos geológicos, as áreas de reserva e protecção de solos e de espécies vegetais e as restrições ou servidões de utilidade pública relativas ao património edificado. Também ao nível das infra-estruturas, equipamentos e actividades existem restrições ou servidões de utilidade pública, quer relativas às infra-estruturas básicas, às infra-estruturas de transportes e comunicações, aos equipamentos e actividades e à defesa nacional e segurança pública.



serviço de urgência determina a necessidade de estar próximo de um heliporto ou, em alternativa, a existência de um no perímetro da unidade. Tal constitui um importante critério de avaliação na escolha do terreno, tanto mais que a operacionalidade de um heliporto é também condicionada pela viabilização de superfícies de aproximação, de acordo com as normas de segurança aplicáveis. Por outro lado, para além da necessidade de existência de um quartel de bombeiros a distância não superior a 3km, a escolha do terreno deve observar as disposições do Regulamento de Segurança contra Incêndios em Edifícios do Tipo Hospitalar<sup>5</sup>, nomeadamente no tocante ao acesso ao edifício, possibilidade de criação de anel de segurança no interior do terreno, vias de acesso de bombeiros e apoio às operações de socorro. A Unidade Hospitalar não deverá situar-se em zonas próximas de fontes poluidoras ou sujeitas à influência de estabelecimentos insalubres, tóxicos ou perigosos e quaisquer outras fontes de vibrações, ruídos, poeiras, maus cheiros, gases tóxicos, incendiáveis ou explosivos, estabelecimentos industriais e militares, aeroportos, pedreiras, áreas pantanosas, encostas perigosas, lixeiras, etc., cuja análise deverá ser conjugada com os factores locais (clima, ventos, topografia, etc.).

Relativamente à topografia, o terreno deverá ter um declive até 5%. A escolha de terrenos com declives médio superiores a 10% é desaconselhável por motivos tanto económicos como funcionais, por exigir grande movimentação de terras, construção de taludes e de muros de suporte. São também desaconselháveis situações de grande desnível entre as edificações e as vias de acesso externo a fim de evitar grandes declives nos acessos.

Importará também que os locais apresentem boas condições de exposição solar - devendo garantir-se que não ocorra o ensombramento susceptível de afectar parcelas significativas da superfície disponível - e não se encontrem expostos a ventos dominantes prejudiciais ao conforto dos seus utentes. São, por isso, preferíveis os terrenos situados em zonas planas ou pequenas encostas voltadas ao quadrante Sul-Nascente.

Ao nível do dimensionamento, os autores definiram, com base na análise da lotação de Hospitais existentes, vários indicadores e *ratios* para identificação das capacidades do terreno, permitindo, numa fase inicial de avaliação dos terrenos, apurar, face à capacidade pré-definida da lotação do Hospital a instalar, a sua potencialidade em relação a possíveis constrangimentos urbanísticos ou referenciar factores a ter em conta nos diversos estudos subsequentes (quadro 1).

No tocante à configuração do terreno, a sua forma deverá ser homogénea e, tanto quanto possível, rectangular. Adicionalmente, e tendo em conta a tendência verificada na vertente do ambulatório, deverá ser privilegiado um terreno que favoreça a construção na horizontal ou com poucos pisos. Por outro lado, o terreno deverá ser isento de riscos de ocorrência de fenómenos

---

<sup>5</sup> Decreto-Lei nº 409/98, de 23 de Dezembro.

geológicos provocados por sismos e não deverão existir linhas de drenagem natural no terreno, excepto se as linhas de água não representarem risco para a unidade.

Indicadores	Lotação (nº de camas)							
	150	200	250	300	350	400	450	500
Área do terreno (ha)	5	5	6	7	7	9	11	14
Área de implementação (m <sup>2</sup> )	10.000	10.500	10.000	11.500	11.500	13.000	15.000	20.000
Área terreno/ cama (m <sup>2</sup> )	335	250	230	235	200	225	245	278
Índice de Ocupação	0,10	0,15	0,20	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
Índice de Construção	0,70	0,75	0,60	0,70	0,80	0,65	0,60	0,50
Nº lugares estacionamento/ cama	3,5	3,5	3	3	3	2,5	2,5	2,5

Quadro 1. Indicadores de dimensionamento e lotação de um Hospital.

Fonte: Delicado e Paiva (2003:24).

Para além destes critérios, também deverão ser ponderados os aspectos relacionados com os custos e condições de disponibilidade dos locais. Assim, deverão ser avaliadas as condições dos terrenos em termos de viabilidade económica de implantação de uma Unidade Hospitalar, considerando-se não apenas o seu custo de aquisição mas também o da sua preparação. Por outro lado, deverão ser verificados os aspectos principais que podem comprometer a disponibilidade do terreno em tempo útil.

### 3. A IMPORTÂNCIA DA LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

#### 3.1. A Teoria da Localização

Têm sido vários os modelos que surgiram com o intuito de estudar os factores que motivam a localização, sendo que os principais contributos têm vindo de economistas, geógrafos e planeadores regionais (Puu, 1997). A chamada Teoria da Localização ocupa-se destes modelos.

A primeira abstracção matemática de um problema de localização foi formulada por Fermat que, no século XVII, analisou a melhor posição de um ponto central: sendo dados três pontos quaisquer, o objectivo era encontrar a distância mínima possível entre os mesmos (Novaes e Rosseto, 1993; Horner, 2009).

A teoria da localização foi formulada inicialmente por Johann Heinrich Von Thunen (1875), considerado como um dos precursores da economia espacial, que, concentrando-se na localização dos diferentes tipos de agricultura, justifica a formação de anéis à volta do mercado em função da capacidade de pagamento de renda das várias actividades, objectivando assim a minimização dos custos com o transporte (Azzoni, 1982; Horner, 2009).

Já no início do século XX, Alfred Weber (1909), especulando sobre os motivos que estão na base de uma localização mais próxima dos fornecedores ou dos clientes, considerou a localização de um armazém para minimizar os trajectos efectuados entre este e os clientes distribuídos no espaço, sendo o factor transporte primordial (Cajueiro *et al.*, 2005; Mapa, 2007:10). Este trabalho é

o primeiro a apresentar uma teoria geral para a localização de uma unidade individualmente (Azzoni, 1982).

Estes trabalhos serviram como base para os dois rumos que surgiram posteriormente ao nível da Teoria da Localização: um, seguindo o trabalho de Von Thunen, concentrou-se em explicar o comportamento espacial das actividades económicas – são os designados modelos descritivos –; outro, seguindo o trabalho de Weber, tenta minimizar os custos, traçando linhas orientadoras para os decisores quando estes se defrontam com problemas de localização – são os designados modelos de localização normativos. Contudo, só quatro décadas após a publicação do trabalho de Weber é que os investigadores voltaram a debruçar-se sobre problemas de localização (Figueiredo, 2007:18).

O trabalho de Weber é responsável por grande parte dos casos práticos ou formulações teóricas deste campo de investigação. Trata-se de uma perspectiva económica na abordagem aos problemas normativos em que os equipamentos correspondem à oferta e são localizados em função de uma procura que necessita de ter acesso a determinado serviço (Figueiredo, 2007; Gonçalves, 2007).

### 3.2. Modelos de Localização Normativos

Os modelos de localização normativos, procuram localizar equipamentos - escolhendo o melhor local para um ou mais equipamentos dentro de um conjunto de locais possíveis -, considerando os clientes que devem ser servidos, de forma a otimizar um certo critério: minimizar distâncias ou maximizar a utilização<sup>6</sup> (Drezner, 1995; Daskin, 1995; Yeh e Chow, 1996; Lorena *et al.*, 2001; Ballou, 2001; Mapa *et al.*, 2006; Figueiredo, 2007). Os modelos de localização referem-se à necessidade de tomada de decisão sobre a procura e a oferta e à identificação de uma solução à questão “Onde?” (Gonçalves e Matos, 2005).

De um modo geral e abrangente, define-se como modelo de localização todo aquele que consiste na determinação de entidades ou locais expressos num espaço de localização através de um sistema de referência espacial, genericamente um espaço métrico contínuo, discreto ou modelado em redes<sup>7</sup> (Yeh e Chow, 1996; Gonçalves, 2007; Mapa, 2007:15; Smith *et al.*, 2007:404). Este espaço de localização é o conjunto de locais que podem constituir-se como resposta a um problema de localização, condicionando essencialmente a forma de expressar a

---

<sup>6</sup> Os termos equipamentos e clientes são aqui utilizados enquanto conceitos gerais. De facto, o termo "equipamentos" pode ser substituído por fábricas, depósitos, escolas, unidades de saúde, etc.; enquanto que o termo clientes refere-se a depósitos, unidades de vendas, estudantes, utentes, etc. (Lorena *et al.*, 2001).

<sup>7</sup> A modelação de redes tem por base a Teoria dos Grafos, segundo a qual, grafos são conjuntos de pontos que estão conectados de forma directa, ou não, com outros pontos por intermédio de linhas (Haggett e Chorley, 1969). Matematicamente, a rede é representada por um conjunto de pontos, designados vértices (V), interconectados por linhas (L) formando assim um grafo (G), assumindo a expressão  $G=(V,L)$  (Rodríguez *et al.*, 2004).

posição dos elementos de oferta e, muito frequentemente, também dos elementos de procura (Gonçalves, 2007; Smith *et al.*, 2007:406).

Assim, a determinação das melhores localizações para qualquer equipamento deve estar associada a um modelo de localização, ou conjunto de procedimentos explícitos, visando a sua definição espacial. Estes podem ser definidos como métodos, matemáticos ou não, que apresentam ferramentas capazes de determinar com maior ou menor precisão quais os melhores locais para a localização de um equipamento, tendo em consideração a conjugação de diversos factores (variáveis) determinantes na análise (Smith *et al.*, 2007:430). Estes modelos surgem quando existe um problema de localização espacial para resolver. São fruto de uma consciencialização para que, de uma forma rigorosa, seja determinado o melhor local para a implantação de um determinado equipamento.

Uma vez que é possível, para além de seleccionar as melhores localizações para instalação da oferta, alocar os vários pontos de procura aos pontos de oferta, estes modelos são também conhecidos como modelos de *Location-Allocation* (Lorena *et al.*, 2001; Oliveira e Bevan, 2006; Mapa, 2007; Smith *et al.*, 2007:430). Assim, a distinção entre modelos de localização e modelos de *Location-Allocation* está no facto de que este último é dependente das características da procura (Oliveira e Bevan, 2006). Dependendo do tipo de bem ou serviço requerido, o equipamento a localizar pode trabalhar de forma cooperativa ou competitiva com os equipamentos já existentes (Corrêa, 2003).

A localização de equipamentos consiste numa questão logística de ampla abrangência e de grande importância em termos estratégicos para a maior parte das organizações, pois decorrem de altos investimentos e a decisão tem de ser projectada a longo prazo (Handler e Mirchandani., 1979; Robeson *et al.*, 1994; Bowersox, 1978; Ferreira *et al.*, 2005; Mapa *et al.*, 2006). No entanto, alguns autores chamam a atenção para diferenças entre a localização de equipamentos do sector público e do sector privado, tanto ao nível das metodologias aplicadas, como da formulação de objectivos e restrições à localização (ReVelle *et al.*, 1970; Galvão *et al.*, 1999; Lorena *et al.*, 2001; Mapa *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2007:404).

No caso do sector público, geralmente há uma preocupação maior em maximizar a satisfação dos clientes e minimizar um custo para a sociedade, em detrimento dos custos necessários para o alcance de tais objectivos (Galvão *et al.*, 1999; Lorena *et al.*, 2001; Mapa *et al.*, 2006). Entre os exemplos de aplicações em sectores públicos estão a localização de escolas e unidades de saúde (Lima, 2003; Rodrigues *et al.*, 2007; 2008; Teixeira e Antunes, 2008), de estações de tratamento de esgotos e aterros sanitários (Naruo, 2003) e de áreas públicas de lazer (Yeh e Chow, 1996).

No sector privado, os custos fixos estão envolvidos e o objectivo principal é a minimização de custos logísticos ou a maximização de lucros para os proprietários (Galvão *et al.*, 1999; Lorena *et al.*, 2001; Mapa *et al.*, 2006). Exemplos de aplicação envolvem, em geral, a localização de fábricas, depósitos, torres de transmissão, centros de distribuição de carga, lojas, etc. (Dobrusky, 2003; Silva, 2004).

No entanto, a localização de equipamentos está também dependente do problema que se pretende solucionar. Existem casos em que o objectivo é localizar os equipamentos próximo de determinados locais, minimizando deste modo os custos no transporte e tempo - por exemplo, a localização de um supermercado. Existem, igualmente, outros casos em que se pretende ter um determinado equipamento longe de linhas de água, para reduzir a sua poluição ou outros ainda longe de povoações, no sentido de maximizar a qualidade de vida das populações; por exemplo a localização de uma lixeira (Smith *et al.*, 2007:405).

Por outro lado, o número de equipamentos a localizar, bem como a dimensão dos mesmos, está relacionado com o tipo de objectivos estipulados por determinado serviço ou empresa (Yeh e Chow, 1996; Mapa, 2007:14). Pode, por exemplo, ser mais benéfico um menor número de equipamentos, mas com maior dimensão, ou ao contrário, se for menos dispendioso, localizar um maior número de equipamentos, mas de menor dimensão.

Os vários equipamentos localizados podem também ser alocados a um subconjunto de equipamentos (Lorena *et al.*, 2001). Assim, a resolução de modelos de localização torna-se mais complexa pois o planeamento de um sistema de equipamentos colectivos hierarquizados não pode ser efectuado considerando um equipamento de cada vez, devido às ligações funcionais que existem entre os equipamentos pertencentes ao mesmo sistema (Smith *et al.*, 2007:405). Nesse sentido, existem modelos matemáticos de apoio à decisão que se revelam de extrema utilidade quando utilizados - os modelos hierárquicos - e que são relevantes em múltiplos sectores hierarquizados, como por exemplo o sector da saúde - na localização de um sistema de hospitais locais, distritais e regionais -, o sector da educação - na localização de um sistema de escolas básicas e secundárias - e no sector bancário - na localização das agências bancárias locais e centrais -, entre outros (Ribeiro e Antunes, 2002; Teixeira e Antunes, 2008).

Assim, quando se pretende identificar uma localização para determinado equipamento é necessário ter em conta: a) a localização dos equipamentos já existentes; b) o número de equipamentos que têm de ser localizados; c) a dimensão dos equipamentos; d) a relação dos equipamentos com os outros objectos que o circundam (Corrêa, 2003).

Os modelos de localização podem ser classificados como: a) modelos de localização por sobreposição ou modelos de localização não normativos, em que é pretendido obter os locais ou entidades que respeitem determinados critérios; b) modelos de localização de optimização ou

modelos de localização normativos, em que é pretendido obter os locais ou entidades que melhor correspondam a determinados critérios (Gonçalves, 2007:10). Tendo em conta esta distinção, é compreensível que os problemas de sobreposição sejam resolúveis pelas operações de análise espacial e que os problemas normativos tenham em conta a Teoria da Localização de Weber.

A resolução de modelos de localização por sobreposição é feita pela identificação dos locais que cumprem as restrições do enunciado do problema, de acordo com uma ou mais medidas de desempenho ou optimização. Para esta identificação aplicam-se as operações de análise espacial, disponibilizadas pelos SIG, por exemplo. Estas operações aplicam-se directamente interpretando cada uma das restrições que assentam nas componentes posicional e de atributos das entidades presentes nos problemas (Souza e Novaes, 2006; Gonçalves, 2007:87).

Os modelos de localização normativos são os que indicam uma configuração em que um dado tipo de serviço ou actividade é localizado tendo por base uma medida de eficiência, que é aplicada na avaliação das soluções do problema (Brandeau e Chiu, 1989; Church e Sorensen, 1996; Gonçalves, 2007:10). As respostas são dadas como classificação de elementos do espaço de localização, tornando-se necessário comparar as diversas soluções possíveis e escolher a que melhor se adequa, o que é conseguido através da valorização de cada solução em termos mensuráveis, e pela confrontação das várias soluções alternativas para que, de entre elas, possa ser escolhida a resposta preferível e adoptada como resposta final ao problema. Aliás, a sua designação como normativos deriva da existência de uma norma ou medida de utilidade, cuja optimização interessa obter (Gonçalves, 2007:10).

O processo de modelação de um problema de localização consiste na elaboração de um esquema conceptual e representativo das entidades identificáveis num dado universo a analisar. No modelo genérico que se apresenta, definido por Gonçalves (2007) para o enquadramento dos problemas de localização, a identificação dos componentes é feita com base no tipo de questões que se levantam<sup>8</sup>.

Um primeiro componente a integrar num modelo para os problemas de localização é o espaço de localização e respectivas restrições. Sobre o espaço de localização é possível fazer referência às soluções e identificar os elementos que as constituem, respondendo a uma questão de forma: Que locais verificam as condições enunciadas? Um segundo componente é o conjunto dos elementos de oferta e elementos de procura, acompanhados da descrição dos respectivos comportamentos através das funções de parametrização. Por fim, e uma vez que para um problema normativo existe normalmente mais do que uma solução possível, é necessário justificar a escolha de uma determinada resposta perante outras, utilizando para tal a definição de restrições. Assim, a questão anterior é complementada por uma outra: Quais dos locais

---

<sup>8</sup> No anexo 1, figura 1.1., encontra-se um esquema que explica o enquadramento dos problemas de localização, tendo em conta as perguntas que são colocadas.

(equipamentos) constituem a melhor resposta. A esta questão podem ser associadas outras, tais como: Quantos equipamentos deverão ser localizados? Que dimensão deverá ter cada um? Como deve ser associada a procura a cada equipamento a localizar? (Daskin, 1995).

Seja qual for a questão de base a que se pretende responder, o modelo deverá ter por base os seguintes elementos: 1. o espaço de localização, que poderá incluir a enumeração de restrições espaciais para indicação das regiões de admissibilidade; 2. a indicação de quais são os elementos de oferta e os elementos de procura; 3. a expressão nas funções de parametrização das formas de relacionamento entre os elementos dos conjuntos de oferta e/ou procura; 4. uma função-objectivo, que permita a avaliação das soluções, acompanhada da especificação das restrições aplicáveis às variáveis e que possibilitam a validação dessas soluções.

Os problemas normativos podem ser de um de dois tipos genéricos: de decisão ou de optimização. Os problemas de decisão têm duas hipóteses de resposta (*sim* e *não*) enquanto que num problema de optimização procura-se uma solução que tenha um valor melhor (ou que não seja pior) do que qualquer outro. Apesar desta divisão, todo o problema de optimização tem, no mínimo, um problema de decisão associado, onde se pretende saber se existe uma solução válida com um valor em particular.

Os modelos normativos podem ser analisados tendo em conta o modo de representação da realidade. Como tal, pode-se distinguir os modelos de localização normativos consoante a geometria de base, isto é, se são aplicados a pontos, linhas ou polígonos (Gonçalves, 2007).

Se a forma de cada um dos elementos na solução é representável como unidade espacial mínima no espaço de localização, não havendo especificação de quaisquer restrições de ordem geométrica ou topológica, o modelo dir-se-á de localização de pontos. A maioria de estudos de localização de equipamentos é deste tipo.

Nos modelos de localização de linhas pretende-se obter a expressão posicional de um elemento ou conjunto de elementos de geometria linear, ou seja, um objecto unidimensional. Incluem-se nos modelos de localização de linhas a determinação de traçados para vias de comunicação e desenho de redes genéricas.

No mundo real encontram-se numerosas motivações para efectuar estudos de localização de elementos que não são representáveis por pontos, e que são designados por “entidades extensivas”. No caso particular das linhas, o estudo de localização tem aplicações em áreas como a geometria computacional, em cartografia, em reconhecimento automático de padrões, em transportes e em estatística, entre outras.

Por fim, nos modelos de localização de polígonos, o objectivo genérico é a obtenção da expressão posicional de um elemento ou conjunto de elementos de geometria poligonal, sendo

interessante a sua aplicação em casos como os processos de associação de usos a parcelas de terreno para optimização do rendimento.

### 3.2.1. Modelos de Localização de Pontos

Todos os modelos de localização de pontos permitem obter conjuntos de pontos topologicamente equivalentes, pelo que a classificação é feita agrupando os problemas por diversos tipos de função-objectivo. Assim, os modelos de localização para os problemas de pontos podem ser classificados e esquematizados, seguindo a tradicional apresentação dos objectivos de cobertura, centragem e mediana, as quais constituem o núcleo tradicionalmente estudado pela Teoria da Localização<sup>9</sup> (Larson e Odoni, 1981; Gonçalves, 2007:33; Horner, 2009; Smith *et al.*, 2007:400).

Em determinados modelos de localização é imposto um valor, que não deve ser ultrapassado, para a acessibilidade (distância segundo uma métrica, custo ou tempo de percurso), entre os elementos de procura e os elementos de oferta de bens ou serviços que lhes serão associados. Esse valor designa-se habitualmente por *distância de cobertura* e a esta classe de problemas designa-se por problemas de cobertura, ou *p*-cobertura (Daskin, 1995; Galvão *et al.*, 2000; Gonçalves, 2007; Smith *et al.*, 2007:400). Neste caso, o número de equipamentos a localizar é gerado como parte da resolução do problema (Smith *et al.*, 2007:404).

Haverá situações em que se pode considerar que acima do valor da distância de cobertura não é praticável ou não é desejável que exista associação entre elementos. Para tal, devem existir critérios de validação de acessibilidade nas associações entre elementos de oferta e de procura através da comparação com o valor-limite, surgindo assim a noção de *cobertura*: dir-se-á que um elemento de oferta *cobre* um elemento de procura se a acessibilidade entre eles for menor que a distância de cobertura (Gonçalves, 2007:34).

O valor da distância de cobertura pode ser fixo e pré-imposto, ou optimizado em função da quantidade de equipamentos a localizar. Esta distinção revela-se na separação entre os problemas de cobertura de conjuntos e problemas de cobertura máxima. O problema de cobertura de conjuntos pretende minimizar o custo total dos equipamentos e as restrições asseguram que cada elemento de procura é coberto por, no mínimo, um equipamento. O conjunto dos pontos que cobrem a procura num determinado elemento é normalmente obtido com base em critérios de acessibilidade tais como máximas distâncias ou máximo tempo de acesso. No problema de cobertura máxima, pretende-se maximizar a cobertura dos elementos de procura, sendo que as

---

<sup>9</sup> No anexo 1, figura 1.2., encontra-se um esquema que permite entender os vários tipos de modelos de pontos aqui descritos.



restrições especificam as condições de cobertura de um elemento e a verificação das condições impostas ao número máximo de equipamentos (Gonçalves, 2007).

Uma extensão dos problemas de cobertura permite considerar a redundância, ou seja, a cobertura por mais do que um equipamento, como um benefício eventual; necessário, por exemplo, na cobertura de um bairro por mais do que uma ambulância. O número de equipamentos que efectiva uma situação de redundância pode ser imposto como valor mínimo ou valorizado no objectivo dos problemas. Caso seja imposto, formulam-se genericamente problemas de cobertura considerando, nas restrições, o número mínimo aceitável de equipamentos associados a cada elemento de procura (Gonçalves, 2007).

Nos problemas de cobertura impõe-se um valor-limite para a acessibilidade entre elementos de oferta e procura. Esse valor pode, no entanto, ser desconhecido, interessando determinar qual o valor mínimo que pode apresentar, em função de um número fixo de equipamentos a localizar. O problema que resulta designa-se por problema de centragem, ou  $p$ -centro (Gonçalves, 2007; Smith *et al.*, 2007:400).

Um problema de centragem pode ser visto como um problema de cobertura de conjuntos ao qual é feita uma relaxação da distância de cobertura. Isto é, um problema de cobertura de conjuntos tem como objectivo a localização de um número mínimo de pontos de oferta de modo a cobrir toda a procura. No entanto, se não definirmos um valor de cobertura total, passamos a ter um problema de cobertura máxima, em que o objectivo é a localização de um número fixo de pontos de oferta de modo a maximizar a procura coberta. Por outro lado, se não for definido o valor de distância de cobertura, passamos a ter um problema de centragem, cujo objectivo é a localização de um número fixo de pontos de oferta de modo a minimizar a distância de cobertura, isto é, o problema pode ser abordado partindo de uma distância de cobertura suficientemente pequena para que não exista cobertura total, e aumentando iterativamente o seu valor, até que todos os elementos de procura sejam cobertos pelos equipamentos localizados (Daskin, 1995). Deste modo, o objectivo dos problemas de centragem é minimizar a distância até o ponto mais crítico, ou seja, minimizar a maior distância a ser percorrida (Gonçalves, 2007).

Nos problemas de centragem formulados em redes, os pontos candidatos a conter elementos de oferta poderão ser exclusivamente nós do grafo induzido pelo problema (caso de problemas de centragem em nós), ou quaisquer pontos sobre a rede (caso de problemas de centragem absolutos).

Nos problemas de cobertura e centragem adoptou-se uma simplificação que pode não se apresentar como apropriada em algumas situações, uma vez que não contempla a distância entre elementos de oferta e procura como factor que influencia a qualidade de uma solução, interessando apenas se os elementos do problema se situam a distâncias, custos ou tempos de

percurso que não excedam a distância de cobertura. De facto, em numerosas aplicações dos modelos apresentados a situações do mundo real, pode-se constatar que existe uma relação directa entre a distância a que elementos de oferta e procura se encontram e o custo de uma tal ligação. Designam-se os problemas onde este factor intervém como problemas de mediana. Nestes, o número de equipamentos a localizar é pré-definido, sendo o objectivo minimizar a soma de todas as distâncias de cada ponto de procura à unidade de oferta mais próxima (Smith *et al.*, 2007:404).

A resolução destes problemas num espaço contínuo teve a sua origem na Teoria da Localização de Alfred Weber, o qual assume a localização óptima de um equipamento face a pontos conhecidos. De facto, vários investigadores tomaram por base o problema de Weber e desenvolveram novas estratégias de resolução, sendo o problema definido por Hakimi (1964), designado por problema de  $p$ -medianas, um dos mais utilizados e dos mais estudados em modelos de localização pela adaptabilidade da formulação a numerosas situações reais (Ballou, 1992; Galvão *et al.*, 1999; Eiselt e Sandblom, 2004).

O problema de  $p$ -mediana – um problema de localização normativo de pontos - consiste em, dados  $N$  pontos candidatos e  $M$  pontos de procura com determinado peso (por exemplo, número de pessoas que residem no bairro), escolher uma solução  $P$  de modo que a soma dos custos da distância de cada ponto  $M$  ao ponto  $P$  mais próximo seja minimizado<sup>10</sup> (ReVelle e Swain, 1970; Larson e Odoni, 1981; Yeh e Chow, 1996; Martos e Yoshizaki, 1999; Schilling *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2007:400). Tomando como base uma rede composta por nós e arcos, cada nó é considerado um local de procura, assim como um local-candidato para localização do novo equipamento, e os arcos estabelecem o *link* representativo da acessibilidade entre os nós (Mapa, 2007:23; Smith *et al.*, 2007:433).

Este é um problema clássico de optimização combinatorial (Gomes e Senne, 2006), pelo que o objectivo é que os equipamentos a localizar sirvam um conjunto de pontos de procura de modo a que a soma das distâncias ponderadas entre cada elemento de procura e o elemento de oferta que lhe será associado seja a menor possível, através da minimização da distância ponderada maximiza-se a acessibilidade aos pontos de oferta (Galvão *et al.*, 1999; Mapa *et al.*, 2006). Ou seja, distribuir os equipamentos de modo a que o maior número de pessoas tenha acesso às unidades, dentro da menor distância média possível e com o menor “custo do incidente”: tempo de viagem, tempo resposta, prejuízos financeiros, etc. (Souza e Novaes, 2006).

Devido à sua natureza combinatoria, o número de soluções cresce exponencialmente (Smith *et al.*, 2007: 395). Por exemplo, se tivermos 10 pontos de procura e 5 pontos candidatos, então a melhor solução será 1 de 252 possíveis soluções.

---

<sup>10</sup> No anexo 1, figura 1.3., encontra-se um esquema que permite entender o modo de resolução do problema de  $p$ -mediana.

No problema de  $p$ -mediana apresentado é feita a suposição de que o custo de localizar um equipamento é único, não se considerando a existência de diferentes custos fixos associados a cada um dos locais candidatos, o que pode implicar que a solução ideal para um dado problema seja atingida com um número de equipamentos distinto daquele que é fixado à partida. A inserção de custos fixos dependentes dos locais candidatos implica a adopção de outra formulação, que define os problemas de custos fixos, tendo em conta se os equipamentos são ou não capacitados (têm um nível de serviço ilimitado). Tal tem conduzido ao aparecimento de vários algoritmos para resolução do problema.

Para resolução do problema das  $p$ -medianas, o algoritmo mais citado na literatura é o Método da Substituição de Vértices, concebido por Teitz e Bart (1968). Aliás, Church e Sorensen (1996) aconselham a adopção deste algoritmo de Teitz e Bart, o algoritmo *Global-Regional Interchange Algorithm/Approach* (GRIA) de Densham e Rushton (1992) - que deriva do anterior - ou a Procura Tabu (Glover e Laguna, 1997) para resolução do problema da  $p$ -mediana. Uma das razões apontadas pelos autores para reduzir o leque de tantas heurísticas candidatas a apenas algumas, prende-se com razões de operacionalidade, como sejam, por exemplo, e sempre citando o mesmo autor, um potencial maior consumo de tempo exigido por Algoritmos Genéticos e pelo Método de Arrefecimento Controlado.

O algoritmo de Substituição de Vértices é um método aproximado para a determinação de  $p$  medianas entre  $n$  vértices candidatos à mediana do problema, baseado na substituição de vértices. O algoritmo consiste em partir de uma solução inicial viável e substituir os vértices do grafo um a um até que não haja uma melhoria. O vértice candidato que proporcionar a maior redução no custo da função-objectivo entra na solução. O procedimento é repetido até que não se obtenha mais melhorias<sup>11</sup> (Reilly, 1983; Souza e Novaes, 2006; Smith *et al.*, 2007:433; Horner, 2009).

### **3.2.1.1. Métodos para Resolução de Modelos de Localização de Pontos**

Os modelos de localização normativos são, em geral, formulados matematicamente e resolvidos com software específico que explora a respectiva estrutura matemática ou com recurso à programação de métodos diversos que exploram o conjunto de soluções possíveis, procurando determinar as que apresentam melhor qualidade (Galvão *et al.*, 1999; Gonçalves, 2007:2; Smith *et al.*, 2007:397).

Tendo em conta a complexidade do problema, podem usar-se vários métodos para resolução de problemas de localização de pontos: a) Métodos exactos: muito pesados para problemas reais

---

<sup>11</sup> Note-se que, com a utilização desta heurística, o conjunto final de pontos pode depender do conjunto inicialmente escolhido, pelo que é conveniente executar o procedimento várias vezes, cada uma usando um novo conjunto inicial de pontos (Souza e Novaes, 2006).

mas que determinam a solução óptima, ou uma das soluções óptimas; b) Múltiplos centros de gravidade: método segundo o qual se calcula um centro de gravidade para cada grupo de pontos, re-afectam-se os pontos aos centros e recalculam-se estes, sendo o processo repetido até estabilizar; c) Abordagens matemáticas optimizantes: por exemplo, a programação linear inteira mista, incluída em varias aplicações comerciais; d) Simulação: existe em software especializado que permite modelar o problema de forma mais realista, dependendo a solução da aptidão do analista em conceber alternativas interessantes; contudo, é muito exigente em termos de dados; e) Métodos heurísticos: apoiam-se em regras que produzem boas soluções (equilíbrio entre os custos e o serviço ao cliente), recorrendo frequentemente à programação linear, contudo não garantem a solução óptima (Figueiredo, 2007; Gonçalves, 2007; Smith *et al.*, 2007:406).

Segundo Ballou (2001), os métodos exactos são aqueles procedimentos capazes de garantir uma solução matematicamente óptima, procurando a melhor solução de entre todas as possíveis para o problema em questão. Uma desvantagem é que este método só trata problemas de pequeno porte (Mapa *et al.*, 2006).

Na resolução, são utilizados métodos de programação linear ou inteira e seus derivados, de modo a dar a possibilidade às variáveis de serem binárias ou contínuas (Figueiredo, 2007); o que implica a adopção de técnicas genéricas de determinação de soluções exactas: a) a abordagem *Branch and Bound* é um método de ramificação e corte que localiza zonas óptimas para o posicionamento de equipamentos, admitindo que os custos de operação e construção se definem por uma função côncava (Drezner, 1995); b) a Decomposição de Benders é uma estratégia de resolução aplicável a problemas de optimização em que existe uma separação das variáveis de decisão em dois conjuntos  $x$  e  $y$  e na resolução de sub-problemas independentes, que supostamente serão mais simples; c) a Decomposição Cruzada é um método que combina a relaxação das restrições que ocorre no método *branch and bound* com a decomposição de Benders; d) a Programação Dinâmica é uma estratégia de resolução de problemas de optimização que explora as propriedades da estrutura de sub-problemas em que o problema original se pode dividir, e que são similares a este, no sentido em que soluções óptimas para os sub-problemas são exploradas para encontrar soluções óptimas para o primeiro (Figueiredo, 2007; Gonçalves, 2007).

No entanto, certos problemas têm complexidade extremamente elevada – exponencial à medida que aumentam os dados de entrada, tornando-se inviável a partir de um determinado ponto - e a determinação da solução óptima, quando possível, afigura-se irrealizável em tempo computacional útil, devido à limitação dos recursos computacionais; pelo que a abordagem passa, não pela determinação da solução óptima global, mas pela utilização de métodos heurísticos, de busca local, para geração ou selecção de soluções viáveis, úteis e que representem um

compromisso entre tempo de execução, capacidade computacional e qualidade das soluções produzidas (Gomes e Senne, 2006; Smith *et al.*, 2007; Gonçalves, 2007; Guerreiro, 2009).

Os métodos heurísticos compreendem os algoritmos que nem sempre, mas que na maior parte das vezes, fornecem uma boa solução óptima, isto é, algoritmos exploratórios para a solução de problemas de optimização combinatorial (Figueiredo, 2007). Estes não garantem encontrar a solução óptima, mas resolvem problemas de médio ou grande porte – classificados como *NP-Hard* - em tempo viável e encontrando uma solução satisfatória (Smith *et al.*, 2007:395; Horner, 2009). Procuram combinar a busca de soluções de razoável ou admissível qualidade com as limitações de espaço e tempo de computação que surgem no caso de problemas complexos. Deste modo, os métodos heurísticos pertencem a um tipo particular de problema na qual ocorre uma função objectivo – que tanto pode ser de minimização ou de maximização - e um conjunto de restrições, relacionados com as variáveis de decisão.

As heurísticas mais simples podem ser classificadas em diversos grupos: a) as Heurísticas de Construção, que constituem métodos que utilizam um processo iterativo simples - partindo de uma solução vazia, em cada passo do algoritmo resolvente é seleccionada a melhor alternativa de entre as que se encontram disponíveis (i.e., não pertencentes à solução que está em construção), sem ter em conta as consequências dessa decisão nos passos seguintes, pois apenas se analisa isoladamente o impacto dessa escolha no valor da função-objectivo; b) as Heurísticas de Simplificação, nas quais as restrições, ou a função-objectivo, do problema inicial, são substituídas por formulações mais simples, o que faz com que o problema não seja o inicialmente enunciado, mas mesmo assim, e no caso de as soluções produzidas serem também válidas para o problema original, os resultados podem ser interessantes; c) as Heurísticas de Divisão e Combinação, que são aplicáveis quando se detecta a possibilidade de resoluções independentes, sobre duas ou mais partes disjuntas do conjunto de elementos, eventualmente divididas de modo recursivo até que possam ser resolvidas por outra forma (exacta ou heurística) e posteriormente combinadas na produção de uma solução admissível; d) as Heurísticas de Melhoramento, que permitem ultrapassar parcialmente algumas das limitações das anteriores pois procuram, a partir de soluções dadas, outras que lhes sejam semelhantes, analisando alternativas que eventualmente possibilitem melhores resultados; e) os Métodos Metaheurísticos, que são uma família de técnicas mais elaboradas que as heurísticas para a busca de soluções de boa qualidade - ao contrário dos algoritmos heurísticos, são algoritmos desenvolvidos para se poderem utilizar em diversas situações -, sendo por isso heurísticas genéricas mais sofisticadas de busca global (Figueiredo, 2007; Gonçalves, 2007; Smith *et al.*, 2007:409).

Focando a atenção neste último grupo, em geral, são técnicas em que a exploração do espaço de soluções é feita mais extensivamente do que com os métodos heurísticos

apresentados, muitas vezes permitindo uma degradação da qualidade das soluções para evitar a focalização em locais óptimos. São, assim, métodos de busca inteligentes flexíveis, pois possuem uma estrutura com componentes genéricos que são adaptados aos diversos tipos de problemas de optimização e que possuem uma certa facilidade em incorporar novas situações e exploram o espaço de solução permitindo a escolha de soluções piores que as já encontradas, na tentativa de superar a optimalidade local.

Alguns dos métodos meta-heurísticos de utilização mais frequente em problemas de localização são: a) o Arrefecimento Simulado, que pesquisa aleatoriamente soluções e depois torna-se mais criterioso, pesquisando numa zona mais restrita e mais próxima da solução óptima (Kirkpatrick *et al.*, 1983; Aydin *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2007:410); b) a Procura Tabu, um método de optimização matemática que consiste em explorar o espaço de soluções de um problema combinatorial utilizando um mecanismo de memória adaptativa composta por dois tipos de memória para manter conjuntos de soluções - a de curto prazo (a que se chama *lista tabu*, e que inclui as soluções mais recentes) e a de longo prazo (Glover e Laguna, 1997; Gomes e Senne, 2006; Smith *et al.*, 2007:409); c) os Algoritmos Genéticos em que uma “população” de soluções que se vão combinando dois a dois e que dão origem a diferentes soluções, sendo que após cada geração, a função-objectivo avalia o respectivo valor e um *ranking* de soluções é actualizado até se chegar a uma só solução (Jaramillo *et al.*, 2002; Malczewski, 2004; Figueiredo, 2007); d) as Redes Neurais, que são inspiradas na estrutura da comunicação neuronal biológica e no qual não se programam regras rígidas para a busca de soluções, ou seja, não é necessário formular explicitamente um modelo nem tomar, por exemplo, suposições quanto à estrutura linear do problema (Kuo *et al.*, 2002); e) a *Ant Colony Optimization*, inicialmente proposta para a procura de caminhos de menor custo em grafos, mas que é aplicável à generalidade dos problemas de optimização, baseia-se na distribuição da procura de soluções óptimas por agentes independentes que vão identificando e preferindo o caminho de menor esforço (Dorigo *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2007:414); f) a meta-heurística *Generic seaRch Algorithm for the Satisfiability Problem* (GRASP), que utiliza uma estratégia construtiva gananciosa e uma estratégia de procura aleatória, para formar uma heurística construtiva mista ou semi-gulosa, seguida de uma heurística de melhoramento de procura local (Marques-Silva e Sakallah, 1999); g) a meta-heurística de Concentração de Heurísticas que é um método que consiste em duas fases, sendo a primeira de aplicação de uma heurística que permita incluir um factor aleatório para que sejam produzidas algumas soluções válidas e a segunda parte de aplicação de uma solução exacta que toma a união de todos os elementos que compõem as soluções (Figueiredo, 2007; Mapa, 2007) e, h) a Relaxação Langrangeana, que consiste numa relaxação das restrições do problema a resolver (Smith *et al.*, 2007:411).

Os métodos mais utilizados são, de facto, os exactos ou óptimos e os heurísticos. De facto, ambas as abordagens são complementares, pois a resolução de um problema de forma exacta permite que seja avaliada a qualidade da solução apresentada por uma dada técnica heurística, enquanto que estas podem ser incluídas em algumas fases em algoritmos exactos para aumentar a sua eficiência e reduzir o esforço computacional (Scaparra e Scutella, 2002). Além disso, os métodos heurísticos apresentam a grande vantagem de produzir soluções vistas como “razoáveis” em problemas de grande dimensão, o que, além de ser um objectivo em si mesmo, potencia o surgimento de soluções sub-óptimas alternativas, possivelmente providas de algum interesse para os decisores que num contexto de apoio à decisão venham sobre elas reflectir (Gonçalves, 2007:98).

### 3.3. Aplicação dos modelos de *Location-Allocation* no planeamento em saúde

A utilização dos modelos de *Location-Allocation* na investigação dos cuidados de saúde surgiu na década de 50 e 60 do século passado, com o objectivo de procurar soluções que optimizassem a localização de infra-estruturas, minimizando a distância-tempo e/ou distância-custo na óptica do utilizador. Desde aí, os modelos de *Location-Allocation* tiveram aplicação crescente na área de saúde a nível internacional (Galvão *et al.*, 1999). São vários os exemplos. Current e O’Kelly (1992) aplicaram o problema da máxima cobertura ao sistema de emergência em saúde. Lima (1996) utilizou o modelo das  $p$ -medianas para propor uma nova distribuição dos serviços de cardiologia, de forma hierárquica, com hospitais locais, centros intermediários e um centro de referência no estado. Rosário (2002) apresentou uma metodologia de utilização do algoritmo de Teiz e Bart para a distribuição espacial de Unidades de Saúde 24 horas com o objectivo de minimizar a distância media de deslocamento dos utentes, desde as suas residenciais até a Unidade de Saúde mais próxima, considerando: a densidade demográfica, o grau de carência socioeconómica da população, a inexistência de serviços de saúde na região e o sistema viário. Já Vasconcelos (1997) utilizou o mesmo algoritmo e um algoritmo exacto proposto por Galvão e Raggi, interligado a um SIG, para identificar a localização óptima de centros de assistência materna e peri-natal no município de Rio de Janeiro. Lindeskov (2002) utilizou um modelo de *Location-Allocation* e um SIG para localização de serviços de ambulância. Lobo (2003), aplicou o problema das  $p$ -medianas juntamente com diagramas de Voronoi para determinar um dimensionamento adequado para as unidades de educação infantil.

Em Portugal existem três estudos de aplicação de modelos de *Location-Allocation* aplicados à saúde. Oliveira (2003) utilizou um modelo de *Location-Allocation* para redistribuir a utilização dos Hospitais Portugueses tendo em conta o perfil de utilização dos utentes, de modo a melhorar a equidade na utilização e acesso. Monteiro e Pascoal (2005) aplicaram o modelo de *Location-*

*Allocation* aos Cuidados de Saúde Primários, procurando dividir o território em zonas de procura e localização óptima hierárquica das unidades. Rodrigues e outros (2007) utilizaram algoritmos de *Location-Allocation* para identificar qual seria a melhor distribuição das Unidades Básicas de Urgência das 20 às 8 horas da manhã.

A aplicação de modelos matemáticos no planeamento de cuidados de saúde tem de facto grandes vantagens (Love e Lindquist, 1995; Bullen *et al.*, 1996; Kohli *et al.*, 1997; Galvão *et al.*, 1999). Contudo, na transposição do modelo para a realidade, é necessário ter presente a existência de limitações e distorções - tais como ineficiências de vária ordem, barreiras físicas, aspectos culturais e educacionais -, as quais impõem e recomendam outro tipo de abordagem, espacial e não espacial, não raro do tipo qualitativo. De facto, os modelos de *Location-Allocation* conferem uma possibilidade exploratória que é importante analisar, mas o excessivo peso que é dado às forças de mercado sobrepõe os critérios de eficiência económica aos de satisfação e justiça social (Vasconcellos, 1998).

#### 4. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Saber interpretar e correlacionar as características de determinado lugar é de extrema importância para todos aqueles que têm como objecto de estudo o território - avaliação da interacção entre indivíduos e o espaço em que ambos se adaptam e modificam ao longo do tempo. Para tal, tem-se recorrido cada vez mais aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Para Aronoff (1989), um SIG é um sistema computacional utilizado para armazenar e manipular dados referenciados geograficamente e para Burrough e McDonnell (2000) é um poderoso conjunto de ferramentas para recolha, armazenamento, pesquisa, transformação e visualização de dados espaciais do mundo real, para um conjunto particular de propósitos. Para Abler (1988) o SIG é para a análise geográfica o que o microscópio, o telescópio e os computadores foram para outras ciências: a solução que ajudará a dissolver as dicotomias regional-sistemáticas e humano-físicas que têm assolado a geografia e outras disciplinas que usam informação espacial.

Os SIG permitem: a) a recolha de dados, armazenamento, gestão, cruzamento e manipulação de indicadores e variáveis, tanto gráficos como alfanuméricos; b) a possibilidade de tratamento de dados a diferentes escalas; c) a inter-relação, interacção e integração de informação geográfica de variada natureza, fonte e formato; d) a execução, na mesma ferramenta, de tarefas mais ou menos complexas de tratamento de dados geográficos; e) a análise espacial e temporal, capaz de influenciar o modo pelo qual as decisões sobre o território são tomadas (quer para a avaliação, como para a explicação de padrões e tendências de procura/utilização); f) a análise estatística; g) a construção de cenários e a elaboração de modelos prospectivos; h) Possuírem um



ambiente de programação para personalizar algoritmos existentes e criar novas ferramentas de análise; i) ferramentas de mapeamento e visualização que permitem comunicar os resultados das análises (Barcellos e Bastos, 1996; Santos *et al.*, 2000; Borges, 2000; Black *et al.*, 2004; Rodrigues, 2001; Santana, 2005; Barros Filho, 2007; Almeida *et al.*, 2007; Domingues e Franço, 2008; Ribeiro, 2008).

São estas características, e o progressivo desenvolvimento em termos de software, que permitem explicar o sucesso e a consequente democratização desta ferramenta, uma vez que assume incomparável eficiência operativa quando comparada com outros sistemas de cartografia automática (Santana, 2005; Rodrigues, 2001).

Entre os muitos benefícios que os SIG oferecem (Abler 1988; Santos *et al.*, 2000), podem destacar-se os seguintes: a) aumentam o conhecimento sobre os recursos disponíveis; b) facilitam a avaliação de diferentes estratégias alternativas e a elaboração de políticas mais adequadas nomeadamente através das análises da oferta/procura de recursos; c) reduzem o tempo gasto em elaboração de mapas e respectivos relatórios melhorando a eficácia da informação geográfica; d) melhoram o planeamento futuro uma vez que, através da análise de séries históricas e cartografando os eventos estudados em diferentes períodos, alcança-se a percepção das mudanças operadas, quantificando e assinalando espacialmente essas alterações, permitindo verificar tendências evolutivas e simular cenários através da manipulação dos dados das variáveis consideradas; e) permitem o acesso a um grande número de dados num espaço de tempo reduzido; f) permitem gerar cenários de possibilidades devido à sua capacidade de análise de dados. Todas estas vantagens/benefícios são claramente essenciais no planeamento de cuidados de saúde (Barcellos e Bastos, 1996; Budic, 2000; Rocha, *et al.*, 2000; Borges, 2000; Santana, 2005; Barros Filho, 2007; Santana *et al.*, 2008a; Domingues e Franço, 2008).

Os SIG estão vocacionados para informar o utilizador acerca do território, recorrendo a um parâmetro essencial: a localização (Rodrigues, 2001:28; Ribeiro, 2008). Na visão de Davis (1997), os SIG oferecem ao urbanista, planeador, geógrafo ou engenheiro uma visão inédita do seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base na posição espacial definida por coordenadas.

Além da localização geográfica - que qualifica os dados como informação geográfica - os dados utilizados num SIG possuem uma outra componente fundamental: cada objecto no mapa tem os seus atributos e cada atributo está vinculado a um objecto no mapa (Rodrigues, 2001:32; Pavarini *et al.*, 2008).

Nos SIG, os dados gráficos são organizados sob a forma de superfícies ou camadas de informação (*layers*), onde cada camada contém informação subjacente a um tema ou classe de

informação (por exemplo, curvas de nível, rede viária, rede fluvial, equipamentos, etc.), que se encontram posicionalmente relacionadas entre si através de um sistema de coordenadas comum.

A aplicação de um SIG comporta, em geral, quatro fases de processamento – 1. entrada de dados; 2. armazenamento, recuperação e gestão de dados; 3. análise; e 4. saída de dados<sup>12</sup> – as quais medeiam aquilo que os autores designam por «realidade geográfica percebida» (Anselin e Getis, 1993). Neste sentido, os SIG utilizam um modelo de dados que consiste num conjunto de regras usado para converter dados geográficos reais em pontos, linhas, áreas (modelo de dados vectorial) ou numa superfície contínua formada por pequenas células ou *pixels* (modelo de dados *raster*).

A mais-valia da utilização de um SIG assenta no facto de permitirem compreender, quantificar, validar e prever as relações entre a localização das entidades representadas e o seu comportamento, tornando-se, por isso, instrumentos fundamentais para o desenvolvimento de análises socioambientais que permitem levar a cabo uma visão integradora do território como um todo, ao mesmo tempo que facilitam a posterior intervenção no espaço urbano (Borges, 2000:19; Rocha *et al.*, 2000; Santana, 2005). A realidade urbana possui um grau de complexidade de tal modo que só através de abordagens multidisciplinares, intervenções no território reflectidas e participadas pelos diferentes agentes, se poderá obter resultados positivos ao nível da saúde pública (Westphal e Mendes, 2000; Jackson e Kochtitzky, 2005). Os SIG são, por excelência, recursos potenciais para a Saúde Pública e são ferramentas importantes na gestão pública, indispensáveis numa administração eficiente, auxiliando a tomada de decisão e o planeamento estruturado (Plantier *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2007).

No entanto, Scotch e outros referiam, em 2006, que existe ainda uma desvalorização das funções SIG por parte da comunidade de saúde e prestadora de cuidados de saúde. Estas ferramentas são maioritariamente utilizadas em tarefas de visualização espacial da informação, ao passo que a análise e resolução rotineira de problemas de saúde são efectuadas em programas informáticos estatísticos. Boulos e outros, em 2001, argumentavam que este fenómeno se devia, essencialmente, ao facto da formação dos profissionais de saúde ser maioritariamente direccionada para a utilização de programas informáticos estatísticos, havendo ainda, como é possível evidenciar na análise dos curricula dos cursos ligados à saúde, uma fraca adesão à formação nestas novas tecnologias. Por outro lado, Plantier e outros (2006) referem que, apesar de existirem ainda diversos factores de ordem técnica, cultural e organizacional que limitam a utilização dos SIG e tecnologias afins no sector da Saúde Pública, pode-se afirmar que o seu processo de integração efectiva nesta área está em rápida mudança, justificado pelo aparecimento

---

<sup>12</sup> No anexo 1, figura 1.4., encontra-se um esquema que explica o modo de interacção entre as várias fases de processamento.

de diversos trabalhos em que os autores reconhecem o papel dos SIG como vantagem estratégica na Saúde Pública (Gatrell e Loytonen, 1998; Smith e Jarvis, 1998; Santana *et al.*, 2008a).

Todavia, é importante reconhecer que existem limitações e constrangimentos na aplicação dos SIG, derivados quer da inexistência ou pouca qualidade da informação, quer da sua abrangência, uma vez que estes factores exercem influência directa nos resultados e, consequentemente, na qualidade das decisões neles baseados (Rodrigues, 2001:38; Black *et al.*, 2004; Santana, 2005). De facto, sendo a saúde um tema estratégico no seio dos processos de desenvolvimento, a intervenção, quer na sociedade, quer no território, apenas pode ser sustentada e efectiva se resultar de informação fidedigna, fiável, adequada e disponibilizada em tempo útil (Santana *et al.*, 2008b).

Barcellos e Bastos (1996) identificam três vertentes principais onde a relação ambiente-saúde pode sair particularmente beneficiada com o recurso a ferramentas SIG: a) identificação de padrões de mortalidade e morbilidade causados por fontes poluidoras previamente identificadas; b) identificação de padrões de distribuição de doença ou morte e o seu relacionamento com factores ambientais; c) identificação de tendências espaço-temporais verificadas espacialmente, partindo de uma análise histórica de eventos ocorridos numa determinada área ou região.

Outra aplicação é mencionada por Santos e outros (2000), envolvendo o planeamento de serviços de saúde através da análise da distribuição espacial da oferta e procura, bem como estudos de acessibilidade e optimização dos equipamentos.

#### **4.1. Os Sistemas de Informação Geográfica e os Modelos de *Location-Allocation***

A combinação de um SIG e um modelo de *Location-Allocation* fornece uma poderosa ferramenta para suporte à decisão espacial, principalmente quando uma base de dados geograficamente referenciada se encontra disponível, por constituir um dos modos de extrair novo conhecimento e de fornecer suporte à decisão (Yeh e Chow, 1996; Lorena *et al.*, 2001; Ribeiro e Antunes, 2002; Arakaki e Lorena, 2006; Mapa *et al.*, 2006; Gonçalves, 2007; Mapa, 2007:4). De facto, os modelos de *Location-Allocation* são utilizados para resolver problemas complexos que envolvam um grande número de variáveis e grandes volumes de dados, recorrendo-se ao processamento de informação através de funções de análise espacial estruturadas num esquema algorítmico (Mapa, 2007:3; Gonçalves, 2007:2; Smith *et al.*, 2007).

Na verdade, o objectivo principal dos SIG é precisamente apoiar a tomada de decisão com base na informação espacial que caracteriza um qualquer problema. Esta capacidade dos SIG torna-se uma característica de grande interesse no estudo de muitos problemas, incluindo a

generalidade dos que recaem na definição de modelos de localização (Malczewski, 1999:73; Gonçalves, 2007:134).

Segundo Yeh e Chow (1996), os SIG possuem três métodos que podem ser utilizados no planeamento de equipamentos. O primeiro consiste na aplicação do conceito de *buffer*, que desenha áreas em redor de determinado elemento tendo em conta uma distância ou o tamanho/capacidade do equipamento. Este método permite encontrar áreas não cobertas por determinado serviço, no entanto não tem em consideração a distribuição da população nem a acessibilidade geográfica real ao mesmo. O segundo método consiste na aplicação de algoritmos de *Location-Allocation*, que permite alocar uma população ao equipamento mais próximo tendo em conta a deslocação em rede viária. O terceiro método consiste na análise espacial para identificação da susceptibilidade do terreno para localização de um equipamento, tendo em conta um conjunto de critérios. Em geral, os dois primeiros métodos são aplicados juntamente com o terceiro<sup>13</sup>.

A optimização da localização espacial de infra-estruturas é um dos vários exemplos em que está implícita a capacidade dos SIG de análise e modelação integrada de elementos com origens distintas, por parte deste tipo de ferramentas metodológicas (Santana, 2005). Por exemplo, na localização espacial dos serviços de saúde os SIG podem contribuir para a minimização das desigualdades existentes no território, promovendo uma maior justiça territorial (Holley, 1998; Ribeiro e Vieites, 2002).

Os softwares para resolução de problemas de *Location-Allocation* são muito anteriores ao aparecimento dos primeiros SIG. Um dos primeiros foi desenvolvido por Rushton e outros (1973), permitindo resolver problemas de localização através de algoritmos exactos de um ou vários equipamentos em espaço contínuo ou numa rede, para além de possuir algoritmos de alocação (Smith *et al.*, 2007:430).

No entanto, actualmente é quase impossível a dissolução de ambos em estudos de caso. Tal deve-se ao facto de que, a partir dos anos 80, com a popularização dos computadores e o aumento de desempenho e desenvolvimento de sistemas computacionais gráficos, se tornar evidente a necessidade de “mostrar” resultados. Contudo, o que geralmente ocorre é a resolução de problemas em software específico e posteriormente a preparação de mapas em SIG para visualização de resultados.

A evolução verificada nos SIG, ao passar da simples função de armazenamento e procura de dados para contextos de apoio à decisão mais alargados, oferece uma oportunidade para a integração de diversas formas de análise espacial, nomeadamente modelos analíticos espaciais aptos para decisões sobre localização (Birkin *et al.*, 1996; Cromley e Hanink, 1999).

---

<sup>13</sup> No anexo 1, figura 1.5., encontra-se um esquema que exemplifica os três métodos.

As primeiras aplicações sobre SIG para análise de problemas de localização surgiram na década de 70, no início da utilização de cartografia digital, o que demonstra o interesse particular que houve desde logo na exploração de SIG para a resolução de problemas de localização (Church, 2002). Apesar de bastante promissora, a integração de algoritmos de localização nos SIG ainda não está totalmente difundida na comunidade científica internacional e na própria aplicação em estudos de caso particulares. Tal resulta de haver uma reduzida incorporação de modelos de optimização nos SIG convencionais, onde praticamente só se encontram implementações de algoritmos de optimização para redes, em especial para obtenção de caminhos mais curtos e algumas das suas generalizações (Macmillan e Pierce, 1994; Lorena *et al.*, 2001; Mapa *et al.*, 2006).

De facto, num SIG podemos encontrar dois tipos de operações: fundamentais e avançadas (complementares). As funções fundamentais são, por exemplo, a medição, (re)classificação, e operações escalares, de sobreposição, de conectividade e de vizinhança. Já as funções avançadas (complementares) são divididas em modelação estatística e modelação matemática, onde encontramos as funções de optimização e simulação (Malczewski, 1999:37; Gonçalves, 2007:88). Ora, praticamente todas as versões de software SIG comercial de uso genérico e de utilização corrente executam as funções ditas fundamentais, enquanto as avançadas estão presentes em sistemas especializados em determinado tipo de dados e operações ou são executadas como módulos que permitem estender a funcionalidade de base. Alguns exemplos de softwares SIG que integram algoritmos de localização são o Transcad (da Caliper), Idrisi (da IDRISI Project), MGE (da Intergraph), MapInfo (da MapInfo) Flowmap (da ILWIS) e os softwares ArcInfo e ArcGIS 10 (da ESRI) (Lorena *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2007).

#### 4.1.1. Software ESRI para resolução de Modelos de *Location-Allocation*

Existem SIG que resolvem problemas de *Location-Allocation* e integram algoritmos. Um exemplo é o programa ARC/INFO (ESRI, 1996) da ESRI, que possui um módulo a partir do qual integra os algoritmos de Densham e Rushton (1992) para resolver o Problema de Localização de Máxima Cobertura e o de Teitz e Bart (1968) para resolver o Problema das  $p$ -medianas (Arakaki e Lorena, 2006). Contudo, este módulo apenas estava acessível através de código e como tal, apesar de promissora, a sua utilização, praticamente, tem ocorrido apenas em contexto de investigação.

De modo a inverter essa tendência, a ESRI passou a incluir no software ArcGIS 10, nomeadamente na extensão *Network Analyst*, uma ferramenta para resolução de problemas de *Location-Allocation*. Esta permite escolher qual o melhor local, de um conjunto de locais candidatos, com base na sua interacção com os locais de procura. Isto é, tendo em conta que um

conjunto de equipamentos providencia bens e serviços a um conjunto de pontos de procura que os procuram; o objectivo é localizar os equipamentos de modo a melhorar a procura.

Como o nome sugere, *Location-Allocation* é um duplo problema que, simultaneamente, localiza o equipamento e aloca a procura aos mesmos. Deste modo, permite responder a questões como: qual o melhor local para instalar uma nova Unidade de Saúde de modo a fornecer uma melhor resposta à comunidade; que Unidade de Saúde deverá fechar, sem prejudicar a acessibilidade por parte da procura; onde construir um novo Centro de Saúde de modo a minimizar a distância às Extensões de Saúde, etc..

Cada uma destas questões encerra objectivos distintos, o que por sua vez implica a utilização de tipos de análise também distintos. Na ferramenta de *Location-Allocation* do ArcGIS 10, há a possibilidade de resolver problemas de localização segundo seis objectivos diferentes, baseados em seis problemas de localização distintos (Hillsman, 1984; ESRI, 2010):

- Minimizar a distância: Os equipamentos são localizados de modo a que a soma de todo o custo-tempo ou custo-distância entre os pontos de procura e os pontos candidatos seja minimizada. Esta funcionalidade da ferramenta de *Location-Allocation* escolhe pontos candidatos com base na soma de todos os impedimentos à deslocação (procura alocada a um equipamento multiplicada pela dificuldade de chegada ao mesmo), procurando reduzir a distância que a procura tem de percorrer até ao ponto candidato escolhido. Este problema é tradicionalmente utilizado para localizar postos de abastecimento, pois pode reduzir os custos de transporte na entrega de bens, mas também pode ser utilizado para distribuir equipamentos públicos, como Unidades de Saúde, pois permite uma localização mais equitativa; isto caso não seja estabelecido um valor máximo que limite a área de influência de um ponto candidato (figura 2a).
- Maximizar a cobertura: os equipamentos são localizados em pontos candidatos de modo a que o maior número de pontos de procura seja alocado à solução; dentro de um determinado valor que limita a sua área de influência. Este tipo de análise escolhe o ponto candidato que mais peso de procura tem na sua área de influência. Este tipo de problema é frequentemente utilizado na localização de serviços de emergência médica, uma vez que a rapidez para chegar aos pontos de procura é factor primordial (figura 2b).
- Minimizar o número de equipamentos: os equipamentos são localizados em pontos candidatos de modo a que mais locais de procura quanto possível estejam alocados a locais candidatos dentro de um determinado valor que limita a sua área de influência; para além de que o número de equipamentos requeridos para cobrir os pontos de procura é minimizado. Este tipo de problema é muito semelhante ao anterior, com a excepção do número de equipamentos a localizar, que neste caso são determinados pelo utilizador. Este tipo de

problema é utilizado para escolher o melhor local para paragens de autocarro escolar quando os estudantes têm de andar um pouco para chegar às mesmas (figura 2c).

- Maximizar a utilização: os equipamentos são escolhidos de modo a que o máximo da procura seja alocado aos mesmos assumindo que o peso da procura diminui em relação à distância entre o equipamento e o ponto de procura. Lojas de especialidade que têm pouca ou nenhuma concorrência beneficiam significativamente da aplicação deste tipo de análise, mas pode também ser benéfico para lojas de retalho e restaurantes que não têm informação sobre a concorrência. O problema da máxima utilização assume que quanto mais as pessoas demorarem a viajar até ao equipamento, menor a probabilidade de o usar, o que se reflecte no modo como o peso da procura alocada a um equipamento diminui com a distância (figura 2d).
- Maximizar a partilha de mercado: um número específico de unidades é escolhido de modo a que a procura alocada seja maximizada na presença de concorrência. O objectivo é capturar o máximo da quota de mercado possível com um número determinado de equipamentos. Este tipo de análise escolhe pontos candidatos de modo a ter maior quantidade de procura na sua área de influência. Este tipo de análise requer mais informação que os anteriores pois, para além de ter de conhecer o peso de cada ponto de procura que se desloca ao seu equipamento, também necessita de saber o peso de cada ponto de procura que vai à concorrência (figura 2f).
- Obter parte da quota de mercado: escolhe o menor número de equipamentos necessários para capturar uma percentagem específica do mercado - tendo em conta a concorrência – definida *à priori*. Este tipo de análise requer mais informação que os anteriores pois, para além de ter de conhecer o peso de cada ponto de procura que se desloca ao seu equipamento, também necessita de saber o peso de cada ponto de procura que vai à concorrência (figura 2e).

Em termos metodológicos, quando se pretende resolver um problema de localização com a ferramenta de *Location-Allocation*, o início é marcado pela geração de uma matriz de origem-destino dos caminhos mais curtos entre todos os pontos candidatos e os pontos de procura, utilizando a rede viária e a aplicação do algoritmo de Dijkstra; um dos mais antigos e fundamentais algoritmos para definição de matrizes de distâncias de caminhos mínimos. Este é utilizado para resolver o problema do caminho mais curto num grafo com arestas de peso não negativo, de modo não-direccionado. O algoritmo considera um conjunto  $S$  de menores caminhos, iniciado no vértice  $i$ . A cada passo, este procura nas adjacências dos vértices pertencentes a  $S$  aquele vértice com menor distância relativa a  $i$  e adiciona-o a  $S$  e então repetindo os passos até que todos os vértices alcançáveis por  $i$  estejam em  $S$  (Mendez e Guardia, 2008).

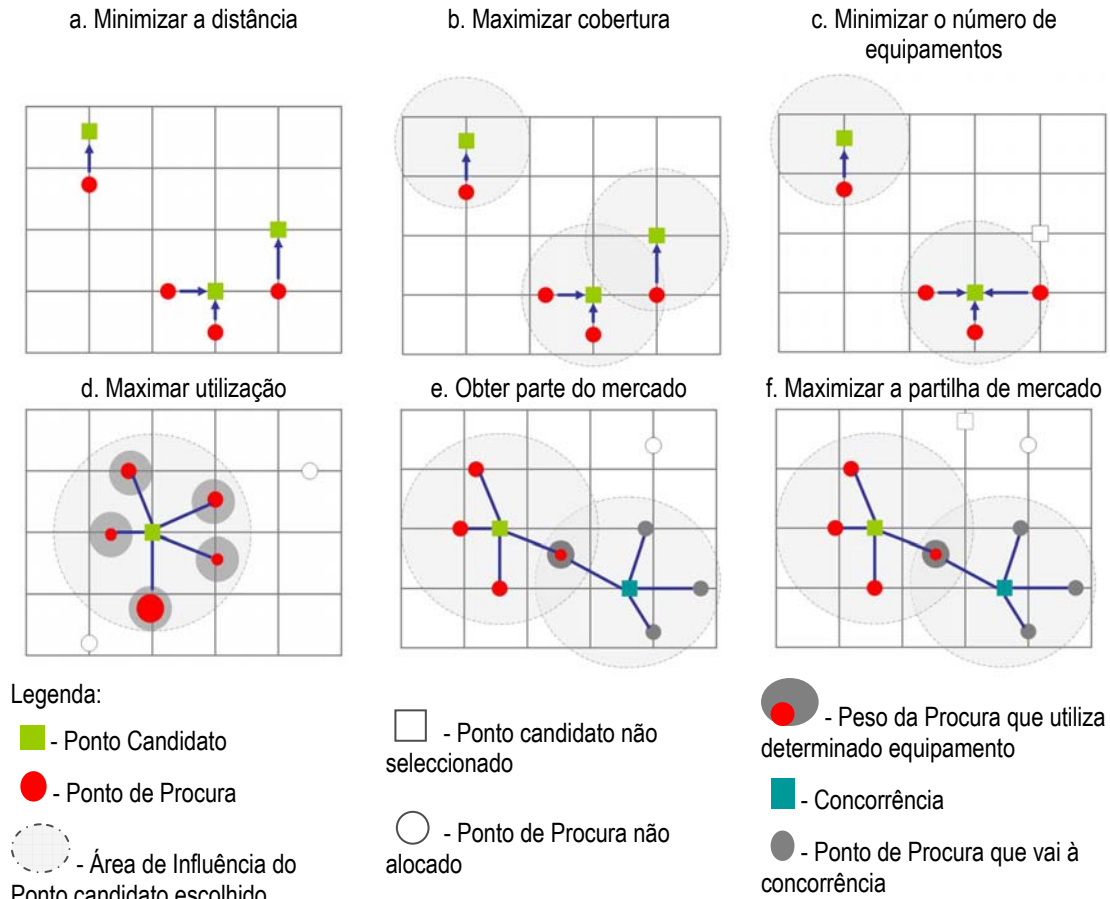


Figura 2. Tipos de análise de problemas possíveis com a ferramenta de *Location-Allocation* da ESRI.

Fonte: baseado em ESRI, 2010.

Posteriormente, constrói uma versão editável da matriz de custo, através de um processo conhecido como edição Hillsman, permitindo a utilização do mesmo algoritmo heurístico para resolver a variedade de problemas de localização referidos anteriormente (Hillsman, 1984).

De seguida, gera um conjunto de soluções semi-randomizadas e aplica o algoritmo de substituição de vértices, de Teitz e Bart, para refinar estas soluções, criando um grupo de boas soluções.

Uma metaheurística combina, então, este grupo de boas soluções para criar melhores soluções. Quando não é possível haver mais melhoramentos, o algoritmo metaheurístico identifica a melhor solução encontrada. Infelizmente, na literatura existente sobre esta ferramenta, apenas é referida a utilização de uma metaheurística, mas não permite identificar qual a metaheurística utilizada.



## 5. A PRESTAÇÃO DE CUIDADOS DE SAÚDE EM PORTUGAL

A actual organização dos serviços de saúde em Portugal advém dos princípios norteadores do Serviço Nacional de Saúde (SNS), no qual o Estado garante que "todos têm o direito à protecção da saúde e o dever de a defender e de a promover" e que "o direito à protecção da saúde é realizado pela criação de um serviço nacional de saúde universal, geral, equitativo e gratuito"<sup>14</sup>.

Com a criação do SNS em 1976, surgiu um sistema público de Hospitais, Centros de Saúde e outros serviços, que se pretendia articulado em rede, sob direcção unificada e gestão descentralizada; definindo uma política articulada de saúde pública implementável até ao nível local, através das entidades prestadoras de cuidados primários de saúde (os Centros de Saúde), de cuidados secundários (Hospitais) e de cuidados de reabilitação.

Contudo, apesar do compromisso pela equidade na cobertura de cuidados de saúde à população portuguesa, não existem estudos ou métodos utilizados para tal, principalmente ao nível dos Cuidados de Saúde Hospitalares (Oliveira e Bevan, 2003).

Adicionalmente, há um baixo nível de integração da prestação de cuidados de saúde, devido: a) a questões culturais de interrelacionamento institucional, e b) ao facto de muitos utentes entrarem para o SNS pelos cuidados de saúde secundários e não pelos cuidados de saúde primários. Numa tentativa de contornar esta situação e de procurar reduzir a ineficiência e a duplicação de actos, o Ministério da Saúde criou as Unidades Locais de Saúde (ULS), unidades que permitem a integração de Hospitais e Centros de Saúde numa única entidade pública empresarial (ACSS, 2009).

As ULS têm como objectivo prestar cuidados de saúde, diferenciados e continuados à população, permitindo uma melhor utilização da capacidade instalada, quer a nível de equipamentos quer a nível dos recursos humanos. Além disso, devem assegurar as actividades de saúde pública e os meios necessários ao exercício das competências da autoridade de saúde na área geográfica abrangida pelas ULS. Ao nível da articulação Hospital-Centro de Saúde, a ULS facilita a realização de consultas de especialidades hospitalares regulares nos Centros de Saúde, bem como a instalação de alguns meios complementares de diagnóstico e terapêutica nos cuidados de saúde primários. A criação das ULS pode, assim, significar a construção de uma via para melhorar a interligação dos Centros de Saúde com os Hospitais e com outras entidades ligadas à saúde regional ou local.

---

<sup>14</sup> Decreto-Lei nº 56/79, de 15 de Setembro.

### 5.1.1. O Hospital Fernando da Fonseca

O Hospital Fernando da Fonseca (HFF) é um Hospital distrital de nível 1 inserido na NUT III Grande Lisboa, cuja área de influência alberga os concelhos de Amadora e Sintra<sup>15</sup>.

A génese do Hospital Fernando Fonseca radica na necessidade de criação de um novo Hospital na zona ocidental de Lisboa que ajudasse a superar as carências regionais vividas na área de assistência hospitalar. No entanto, só no início da década de 90 o governo avançou com a sua construção e na sua abertura, a 1 de Janeiro de 1996, tornou-se o primeiro Hospital público português cuja gestão foi atribuída a uma entidade privada (HFF, 2009).

Os primeiros anos de vida do Hospital Fernando Fonseca foram atribulados. Em primeiro lugar, as expectativas relativamente à dinâmica demográfica da área de influência do Hospital, que se baseavam inicialmente no censo populacional de 1991, foram fortemente excedidas: se, em 1991, a população que integra a área de influência do Hospital aproximava-se dos 350.000 utentes, no final da década de 90 subia para 500.000. O efeito “dormitório” numa zona situada na periferia da grande cidade e a concentração imigrante de diversas origens (África, Leste, Oriente) - o que imprime uma grande diversidade étnica na população residente, a exigir compreensão para as suas idiossincrasias e atitudes abertas à multiculturalidade - ajudam a problematizar ainda mais a situação. Integrada na antigamente designada “cintura industrial de Lisboa”, esta área atravessou ainda um processo de alguma desindustrialização, o que provocou notórias perturbações sociais e psicológicas na população (HFF, 2009).

A 1 de Janeiro de 2009 o HFF deixou de ter uma gestão privada e foi reintegrado na esfera pública sob a forma de Hospital EPE, segundo o Decreto-Lei nº 203/2008, de 10 de Outubro. Para além desta alteração, o mesmo decreto indicia a criação da Unidade Local de Saúde da Amadora/Sintra (ULSAS). Como é referido no *Business Plan 2009-2011* do HFF (2009:4), “numa área geográfica com uma dramática realidade socioeconómica marcada pela pobreza, pelo envelhecimento, pelo desajustamento urbanístico, pela violência e pela imigração, muita dela clandestina, a associação do aparelho público de prestação de cuidados de saúde em torno da ULSAS permitirá obter ganhos em saúde significativos e alcançar uma maior eficiência e efectividade na utilização dos recursos que actualmente são consumidos pelo conjunto de serviços que desta forma se integram”.

Adicionalmente, este mesmo decreto refere a construção de uma nova Unidade Hospitalar no concelho de Sintra, que “permitirá descongestionar o HFF, assoberto por uma procura que não cessa de aumentar, por parte de uma população que, nos últimos anos, tem demonstrado uma dinâmica de crescimento e envelhecimento constantes, com os óbvios impactes sobre as necessidades em saúde. Não só o HFF necessita de ganhar espaço dentro dos seus actuais

---

<sup>15</sup> No anexo 1, figura 1.6., encontra-se indicada a área de influência do HFF à freguesia.

limites para melhorar a qualidade da sua resposta e resolutividade como, também, a nova unidade permitirá aumentar a acessibilidade das populações mais distantes do actual Hospital e a diversidade da oferta de cuidados” (HFF, 2009:4). Esta nova unidade deverá ter um cariz essencialmente ambulatorio, oferecendo, igualmente, cuidados em regime de internamento, mas com uma lotação relativamente reduzida.

## 6. LOCALIZAÇÃO ÓPTIMA DO FUTURO HOSPITAL DE SINTRA

### 6.1. Métodos e Dados

A metodologia seguida para encontrar a solução à resolução do problema de localização do FHS na actual área de influência do Hospital Fernando da Fonseca (concelhos de Amadora e Sintra) tomou por base a definida por Gonçalves (2007:135).

Esta inicia-se com o reconhecimento de que existe um problema a resolver, ou uma oportunidade de melhoria de algo, e pela definição do objectivo (Malczewski, 1999: 75).

A esta fase segue-se a de resolução, que é enquadrada, de forma genérica, no contexto operativo de um SIG que reúna as tecnologias existentes necessárias para solução do problema (Malczewski, 1999; Matos, 2001). Em geral, tanto pode ser utilizado o modelo de dados vectorial ou *raster*, com vantagens e desvantagens inerentes a cada um dos modelos. Neste caso optou-se por um modelo de dados vectorial, devido a razões teóricas e computacionais. Por um lado, as propriedades de uma superfície matricial provocariam um enviesamento das distâncias calculadas, o que iria resultar em valores mais elevados (menor acessibilidade) para aquelas regiões onde a rede viária é mais irregular; por outro, o modelo vectorial tem como vantagem a não introdução de elementos de ruído não-estocásticos, uma vez que as velocidades são tidas como homogéneas para cada tipo de via.

No processo de resolução é possível distinguir as seguintes etapas: 1. identificação dos dados disponíveis e caracterização do potencial de uma dada localização; 2. modelação espacial dessas características; 3. geração de soluções; 4. avaliação das soluções geradas e decisão (figura 3).

Na etapa de identificação é feito um levantamento dos dados referentes aos elementos de oferta e de procura, da acessibilidade e também são apontados os factores que condicionam a admissibilidade ou o nível de aptidão de cada local para o fim em causa; tendo em conta critérios de localização. Os conjuntos identificados de dados geográficos, enquanto representações de entidades e fenómenos, são então sujeitos a processos de modelação das suas características espaciais e comportamentais relevantes. Esta etapa consiste assim na identificação de locais que preencham os requisitos para localização de uma Unidade Hospitalar e na modelação da rede viária para definição da acessibilidade em transporte público e individual.

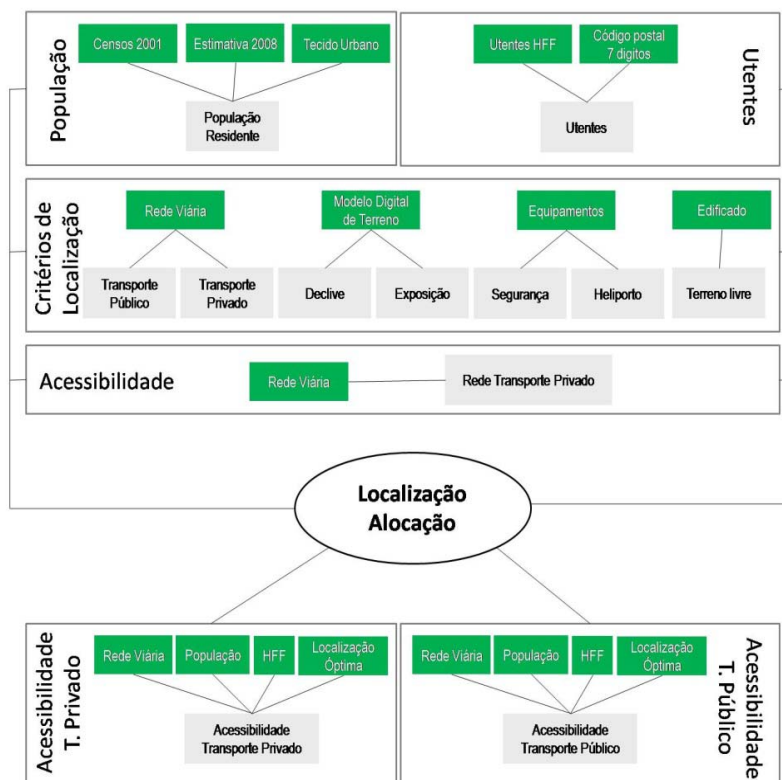


Figura 3. Fluxograma de resolução do problema.  
Fonte: elaboração própria.

Na etapa de geração de soluções, são executados algoritmos *de Location-Allocation* – tantos quantos os cenários que se pretendam modelar - e, posteriormente, algoritmos de análise complementar que permitem determinar zonas de serviço de cada equipamento.

Por fim, a qualidade das soluções geradas pelos métodos adoptados na fase anterior deve ser sujeita a avaliação, com recurso a análise da distribuição da procura potencial por níveis de acessibilidade, de modo a identificar qual a solução óptima.

#### 6.1.1. Acessibilidade geográfica em transporte público e individual

Uma das premissas no planeamento de qualquer equipamento público de carácter local é que este seja acessível à população; o conhecimento da acessibilidade geográfica em transporte público ou individual vai permitir a realização de um planeamento mais adequado, de forma a haver um equilíbrio entre a oferta e a procura (Sousa, 2004).

Nesse sentido, a acessibilidade geográfica, quer em transporte público como individual, é um dos dados de entrada mais importante no planeamento de um novo equipamento de saúde, nomeadamente se tiver por base uma rede viária ou ferroviária que permita modelar a facilidade/dificuldade em atravessar o espaço. Esta está associada e justificada pela necessidade de cumprir princípios de equidade e justiça social para todos os cidadãos no acesso aos cuidados de saúde.

No âmbito desta dissertação, a modelação da rede para simulação da deslocação em transporte individual foi distinta da utilizada para simulação da deslocação em transporte público.

Para modelação do acesso em transporte individual, foi utilizada a rede viária de Portugal Continental, disponibilizada pelo software ArcPAD (ESRI), que possui informação sobre a velocidade permitida, tamanho da via, conectividade, etc. Esta foi posteriormente actualizada, uma vez que, por exemplo, a via estruturante A16 apenas foi finalizada em 2009 e ainda não se encontrava identificada nestes dados.

Tendo em conta a intensidade de tráfego rodoviário nos concelhos de Amadora e Sintra, nomeadamente nas horas de ponta e no sentido de e para Lisboa<sup>16</sup>, foi decidido introduzir um factor ponderativo na velocidade. Deste modo, a acessibilidade geográfica foi analisada em três situações diferentes: 1. velocidade permitida; 2. metade da velocidade permitida e 3. 1/3 da velocidade permitida. Após modelação das três redes, e tendo em conta o acima referido, o segundo momento foi considerado ser o mais próximo da realidade, tendo sido seleccionado para resolução do problema de localização<sup>17</sup>.

Para modelação da acessibilidade em transporte público, foi utilizada a mesma rede e os mesmos factores ponderativos na velocidade que já tinham sido utilizados na modelação em transporte individual. Contudo, para além de terem sido acrescentadas as linhas de metropolitano e de comboio, apenas foi modelada a acessibilidade geográfica visando as vias em que existe uma rede de transporte público rodoviário, tendo as restantes como limitação a circulação a pé, a uma velocidade de 5km/h. Deste modo, foi recolhido junto da Metropolitano de Lisboa e CP, a localização das vias de metro e comboio, respectivamente. Ao nível do transporte rodoviário, foi recolhido junto das 4 companhias que operam nos concelhos de Amadora e Sintra – Vimeca, Scotturb, Mafrense e Carris - os trajectos das várias linhas que efectuem; totalizando 196 linhas. Com esta informação foi produzida uma rede que, independentemente da empresa de transporte e do horário, traduz a acessibilidade em transporte público na área de influência do HFF.

As áreas de acessibilidade geográfica<sup>18</sup> - tanto em transporte individual como público - foram posteriormente construídas com base nos seguintes intervalos de análise: <10 minutos, 10-19 minutos, 20-29 minutos, 30-39 minutos, 40-49 minutos, 50-59 minutos e  $\geq 60$  minutos.

Posteriormente, o modelo de acessibilidade geográfica foi cruzado com a distribuição da procura potencial e da procura expressa, de forma a determinar a cobertura por parte dos

---

<sup>16</sup> Segundo o Instituto de Estradas de Portugal, o tráfego médio diário nas principais vias que atravessam os concelhos de Amadora e Sintra em 2009, variam entre os 19.921 veículos na IC16 e os 105.051 veículos na A37; o que corresponde a uma média de 830 e 4.377 veículos por hora, respectivamente.

<sup>17</sup> No anexo 1, figura 1.7., encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.

<sup>18</sup> As áreas de acessibilidade geográfica consistem em zonas que estão mais próximas de determinado ponto tendo em conta parâmetros de distância, tempo ou custo, tomando como base uma rede viária (Smith *et al.*, 2007).

cuidados hospitalares, possibilitando, deste modo, a identificação de territórios com défices de acessibilidade.

### 6.1.2. Distribuição dos Cuidados de Saúde

Para análise da distribuição dos cuidados de saúde nos concelhos de Amadora e Sintra, é necessário ter em conta a estrutura local de saúde, composta pelo Hospital, Centros de Saúde e Extensões de Saúde. Para tal, foi utilizada a localização, através das moradas presentes no Portal da Saúde, de um Hospital, 9 Centros de Saúde, 17 Extensões de Saúde e 11 Unidades de Saúde Familiar (USF)<sup>19</sup>.

Para além destes, é necessário analisar a distribuição dos Hospitais que se localizam próximo da área de influência do HFF e verificar a acessibilidade geográfica aos mesmos, de modo a verificar se há Hospitais exteriores que estejam mais próximos de determinada população dos concelhos de Amadora e Sintra. Assim, foram georreferenciados 6 Hospitais - Santa Maria, Cascais, São Francisco Xavier, Pulido Valente, Santa Cruz, Fernando da Fonseca e Loures<sup>20</sup> - e construídas as áreas de acessibilidade geográfica de cada um com recurso à rede viária para deslocação em transporte individual<sup>21</sup>.

Outro motivo que justifica esta análise é o facto de a abertura do novo Hospital de Cascais ter implicado uma alteração na referenciação na área materno-infantil, afectando a este Hospital 8 freguesias do concelho de Sintra para os Serviços de Pediatria, Ginecologia e Obstetrícia: Algueirão-Mem Martins, Pêro Pinheiro, Colares, São João de Lampas, Santa Maria e São Miguel, São Martinho, São Pedro de Penaferrim e Terrugem.

### 6.1.3. Distribuição da Procura Potencial

A distribuição da população assume-se como uma das variáveis fundamentais no planeamento de uma nova infra-estrutura ou equipamento. De facto, dada a necessidade de garantir a acessibilidade ao novo equipamento, importa ter como suporte uma correcta e actualizada representação da estrutura e do modelo de distribuição territorial da população residente, de forma a não introduzir enviesamentos que podem condicionar a eficácia e os níveis de cobertura na nova infra-estrutura hospitalar.

Na maioria dos estudos de planeamento de equipamentos de saúde, utiliza-se como variável caracterizadora da procura a informação recolhida pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) à data do Censos<sup>22</sup>. Contudo, os últimos dados recolhidos pelo Censos, datados de 2001,

---

<sup>19</sup> Três das onze USF localizam-se em Centros de Saúde, pelo que na análise da acessibilidade apenas vai ter em conta oito USF.

<sup>20</sup> O Hospital de Loures ainda está em construção, estando previsto iniciar o seu funcionamento em 2012, daí ter sido localizado e modelado em termos de acessibilidade geográfica.

<sup>21</sup> No anexo 1, figura 1.8., encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.

<sup>22</sup> Um exemplo é o trabalho de Monteiro e Pascoal (2005) e de Rodrigues e Outros (2007).

representam uma realidade já bastante diferente da vivida em 2008 pelos concelhos de Amadora e Sintra. Se em 2001 residiam nestes concelhos 539.621 habitantes, segundo estimativas do INE, esse valor era já em 2008 de 617.982, o que representa um aumento de 14,5% em 7 anos.

Neste sentido, foi definida uma metodologia que permitiu adquirir uma noção mais real da distribuição actual da população. Esta alternativa, apesar de não produzir uma fotografia exacta da realidade existente, representa, contudo, a metodologia mais correcta para a sua representação.

Em termos de fontes de informação utilizadas, recorreu-se à informação geográfica e alfanumérica produzida pelo INE relativa às subsecções estatísticas do Censos de 1991 e 2001, às estimativas de população por concelho de 2006 e 2008 e, ainda, à cartografia produzida no projecto *Corine Land Cover*<sup>23</sup> para os anos de 2000 e 2006.

A abordagem metodológica utilizada no exercício de distribuição da população ancorou-se na identificação de novos espaços urbanos, a posterior indexação específica de dinâmicas populacionais e na utilização de um factor de correcção temporal com base no crescimento populacional registado no último período inter-censitário (1991-2001).

Neste sentido, é reconhecido que o tecido urbano dos concelhos da Amadora e de Sintra sofreu transformações desde 2001 e se expandiu para novas áreas residenciais. Para se identificar a distribuição e as dinâmicas do tecido urbano, que marcaram o período pós-2001, recorreu-se à cartografia de uso do solo produzida no âmbito do projecto *Corine Land Cover* datada de 2000 e 2006. Nesta fonte de informação está definida a nomenclatura “território artificializado (nível 1) - tecido urbano (nível 2)”, pelo que foi possível identificar não só quais as áreas que em 2000 já eram espaço urbano, como também identificar quais as áreas que em 2006 o passaram a ser.

Assim, tomando como pressuposto que a população reside no tecido urbano, inferiu-se o aumento populacional pelo acréscimo identificado entre 2000 e 2006 que foi estimado tendo por base a extrapolação das densidades populacionais de suporte aos territórios e os valores de referência identificados em 2001.

A distribuição da população, obtida após esta primeira etapa, foi depois complementada com a aplicação das taxas de crescimento populacional verificadas, ao nível da subsecção estatística, no período inter-censitário 1991 / 2001. Posteriormente o modelo de distribuição foi sujeito a um exercício de ajustamento, tendo por base as estimativas de população por concelho para 2006, as quais se assumem enquanto valores objectivo, em termos de identificação do universo populacional de suporte.

---

<sup>23</sup> O projecto *CORINE Land Cover*, lançado pela Comissão Europeia e produzido em Portugal pelo Instituto Geográfico Português (IGP) constitui informação comparável sobre ocupação e uso do solo no território de Portugal Continental, fornecendo um retrato da paisagem para os anos 2000 e 2006, e caracterizando o tipo de alterações decorridas entre essas datas. Esta foi produzida à escala 1:100.000 com uma unidade mínima quadrática de 25ha e possui uma nomenclatura hierárquica de 3 níveis com 44 classes ao nível mais detalhado (IGP, 2000; 2006).

Por fim, o modelo de distribuição populacional para o ano de 2008 teve por base a replicação e ajustamento das dinâmicas globais associadas à trajectória evolutiva registada entre os últimos dados censitários e as estimativas desenvolvidas para o ano de 2008<sup>24</sup>.

Para além da caracterização da procura potencial tendo em conta uma série de variáveis demográficas – evolução, distribuição, classe etária e imigração – procedeu-se à análise da distribuição da população por níveis de acessibilidade em transporte público ou individual ao HFF.

Ainda com base na distribuição da população residente, foi construída a base que permite analisar a procura potencial e servir de candidato à localização da nova unidade, isto é, foi definido o centróide de cada subsecção estatística (N=5440), o qual, alimentado com informação sobre o número de residentes na mesma, representa a procura potencial e é também um possível candidato para posicionar a nova Unidade Hospitalar. Posteriormente, os centróides foram deslocados para o nó da rede viária mais próximo, de modo a poder ser considerado pelo algoritmo de *Location-Allocation* como candidato à localização do equipamento.

#### 6.1.4. Distribuição da Procura Expressa

Para a alocação da Procura Expressa foi utilizada uma base de dados relativa aos utentes do HFF em 2008 nas vertentes de ambulatório, urgência e internamento.

A metodologia utilizada para tratamento da base de dados teve como suporte o código postal de 7 dígitos indicado pelos utentes aquando da sua entrada no HFF. Procedeu-se à atribuição (ruas sem código postal de 7 dígitos), correcção (ruas com código postal de 7 dígitos que não o seu) ou validação (ruas que têm o código postal correcto) do código postal em endereços de ficheiros informatizados - através do cruzamento da informação contida nos endereços do utente com a informação detida pelos CTT, consistindo na correcta atribuição de um Código Postal de 7 dígitos e da respectiva Designação Postal a endereços de ficheiros informatizados<sup>25</sup>.

Com esta edição da informação foi possível, do total de registos existentes, georeferenciar 93,5% dos utentes e 95% dos episódios de utentes com residência na área de influência do HFF.

Em virtude de não ser necessária a localização precisa do utente, a informação da base de dados do HFF foi sintetizada tendo em conta o código postal. Assim, foi produzida uma nova base de dados com indicação do número de utentes e número de episódios por cada código postal de 7 dígitos.

Após esta fase de tratamento, e porque os CTT disponibilizaram o centróide do código postal de 7 dígitos através de pares de coordenadas, foi possível georeferenciar os utentes e, posteriormente, juntar a estes pontos a informação alfanumérica tratada anteriormente.

---

<sup>24</sup> No anexo 1, figura 1.9., encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida. No anexo 2 encontra-se a formulação matemática presente nesta metodologia.

<sup>25</sup> No anexo 1, figura 1.10., encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.



Adicionalmente, e apenas por uma questão de análise da distribuição da procura expressa, construíram-se as áreas dos códigos postais de 7 dígitos, utilizando, para tal, o conceito de distância eucladiana<sup>26</sup>. Estas áreas permitiram a análise dos utentes a dois níveis: a) a caracterização global da população utente, tendo em conta o seu perfil demográfico, nomeadamente de variáveis como a distribuição, género, classe etária e nacionalidade; b) a caracterização do padrão de utilização do HFF por parte dos utentes, nomeadamente com recurso a variáveis relativas à distribuição, género, classe etária, consumo e nacionalidade, tanto do total como por tipo de episódio.

De referir que a área da subsecção estatística não é coincidente com a área euclideana do código postal de 7 dígitos e, como tal, não é possível realizar cruzamentos de informação entre a procura potencial e a procura expressa.

Para além da caracterização da procura expressa procedeu-se à análise da distribuição dos utentes por níveis de acessibilidade em transporte público ou individual ao HFF. Tendo em conta o factor tempo de deslocação na decisão de procura/utilização da Unidade de Saúde, procedeu-se ao cruzamento entre este factor e a distribuição dos utentes através do cálculo do Coeficiente de Correlação de Spearman ( $\rho$ ). A utilização deste coeficiente resultou da necessidade de ser efectuada uma correlação não-paramétrica, utilizando variáveis ordinais, conseguindo assim medir a intensidade da relação entre estas.

Para utilização dos centróides do código postal de 7 dígitos (N=6479) como locais candidatos à localização da nova unidade, foi necessário deslocar o mesmo para o nó da rede viária mais próximo, de modo a poder ser considerado como candidato na resolução do problema de *Location-Allocation*.

#### 6.1.5. Critérios para localização de um novo Hospital

A identificação da localização para a construção de um novo Hospital tendo em conta os 54 critérios referidos anteriormente é tarefa difícil e pouco eficaz.

Segundo o Dr. Artur Vaz, Presidente da Administração do HFF, os critérios fundamentais são a acessibilidade, a existência de rede de transportes públicos, restrições e servidões de utilidade pública, heliporto, restrições ambientais de ruído, topografia e exposição solar (orientação Sul e Nascente), dimensionamento mínimo de 4 hectares, terreno com configuração rectangular, características geológicas e a existência de Bombeiros, GNR e PSP a uma distância inferior a 3km.

Infelizmente, houve critérios que não foi possível analisar por não ter sido disponibilizada informação por parte das Câmaras Municipais de Amadora e Sintra, nomeadamente a localização

---

<sup>26</sup> A distância euclideana refere-se a uma distância real entre pontos; procurando definir a "fronteira" no espaço entre os mesmos (Weisstein).

de restrições e servidões identificadas no Plano Director Municipal (PDM), áreas de ruído elevado identificadas no Plano Municipal de Redução de Ruído e a caracterização geológica.

Para análise dos critérios foi utilizada cartografia vectorial disponibilizada pelas Câmaras Municipais de Amadora e Sintra, nomeadamente as curvas de nível, pontos cotados, edificado e equipamentos. Adicionalmente, foi utilizada a rede viária do ArcPAD, disponibilizada pela ESRI, e foram recolhidas, no site da Rede de Informação de Sistemas de Emergência, as coordenadas dos heliportos e Bombeiros, e, nas Páginas Amarelas, as moradas das esquadras da PSP e GNR existentes nos concelhos de Amadora e Sintra.

Para a identificação dos locais que cumpram os critérios de localização a informação anterior foi primeiramente tratada. Deste modo:

- Acessibilidade: com base na rede viária, foi identificada a estrutura viária principal e realizado um *buffer*<sup>27</sup> de 1000 metros;
- Rede de Transporte Público: com base na rede de transporte público<sup>28</sup>, foi realizado um *buffer* de 1000 metros;
- Topografia: com base nas curvas de nível e os pontos cotados, foram identificados os locais em que o declive é inferior a 10%;
- Exposição Solar: ainda com base nas curvas de nível e pontos cotados, foram identificados os locais com exposição solar a Sul ou Nascente;
- Terreno livre de construções superior a 4 hectares: com base no edificado, foram definidos buffers de 10 metros, de modo a traduzir o espaço entre edifícios ocupado pela rede viária; posteriormente foram identificados os terrenos exteriores ao buffer com uma área superior a 4 hectares e de configuração rectangular;
- Heliporto: Foi georreferenciada uma base excel com as coordenadas dos heliportos e aeródromos e, posteriormente, foi realizado um *buffer* de 3 km;
- Bombeiros, GNR e PSP: depois de georreferenciados com base na morada, foi realizado um *buffer* de 3 km<sup>29</sup>.

Uma vez que não existe na literatura nenhuma indicação sobre a importância de determinados critérios sobre outros na localização de um Hospital, utilizou-se a opinião do responsável pela implementação do FHS - o Dr. Artur Vaz, Presidente da Administração do HFF -, para definição dos critérios a analisar e dos seus pesos (quadro 2).

---

<sup>27</sup> A operação de *buffer* consiste em criar uma ou mais zonas em redor de determinado elemento tendo em conta um valor de distância em linha recta pré-definido (Smith *et al.*, 2007).

<sup>28</sup> O modo como esta rede foi construída encontra-se no ponto 6.1.1.

<sup>29</sup> No anexo 1, figura 1.11. encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.

Para cada um dos critérios analisados apenas é necessária a sua localização, tendo sido a sua geometria dissolvida e, em termos de informação alfanumérica foi-lhe acrescentado um campo com o nome do critério, o qual foi alimentado com o valor correspondente ao seu peso.

Hierarquização	Critério	Peso
1	Dimensão do terreno	7
2	Acessibilidade	6
3	Heliporto	5
4	Topografia	4
5	Exposição solar	3
6	Transportes públicos	2
7	Bombeiros, GNR e PSP	1

Quadro 2. Hierarquização dos critérios de localização e respectivo peso.

Tendo identificado os locais que respondem a pelo menos um dos critérios de localização para a construção de um Hospital, foi possível identificar os centróides das subsecções estatísticas e os centróides do código postal de 7 dígitos que estão contidos nestes locais (quadro 3).

Critérios	Procura Potencial (nº de pontos)	Procura Expressa (nº de pontos)
Sem ter em conta nenhum critério	5440	6567
Todos os critérios	28	138
dimensão do terreno	1034	2842
acessibilidade	4247	5206
Heliporto	1156	1809
topografia	3972	4689
exposição solar	2231	2906
transportes públicos	5152	6319
Bombeiros, GNR e PSP	3413	4899

Quadro 3. Número de pontos de procura potencial e da procura expressa, tendo em conta o critério analisado.

Por fim, os critérios analisados foram intersectados e foi realizada uma soma dos 6 campos criados anteriormente, o que gerou um índice de valores entre 1 – áreas que correspondem a apenas um critério – e 28 – áreas que correspondem a todos os critérios.

#### 6.1.6. Localização óptima do Hospital de Sintra

A identificação da localização óptima para o FHS depende dos dados de entrada utilizados e do modo como os mesmos interagem na resolução do problema de *Location-Allocation*.

Não existe apenas uma solução mas sim várias, isto é, tantas quantos os cenários analisados. Assim, as soluções encontradas são uma função dos critérios geográficos e demográficos definidos *à priori* em cada um dos cenários. Para a identificação da localização do FHS foram construídos 22 cenários, distintos pela ênfase nos dados de entrada: onze tiveram por base identificadora da procura a distribuição da população residente e os outros onze a distribuição dos utentes. De facto, como foi referido anteriormente, neste projecto são utilizados

dois tipos de procura - a potencial e a expressa – traduzida através de pontos centróides de uma área e que têm uma dupla função: espacializam a distribuição da procura e são possíveis candidatos à localização do Hospital.

Assim, construíram-se: a) dois cenários tendo em conta apenas a distância entre os pontos-candidatos e os pontos de procura (cenários 2 e 4); b) dois cenários tendo em conta o total de residentes/utentes existentes em todos os pontos de procura (cenário 1 e 3); c) catorze cenários em que os locais candidatos estão em áreas que correspondem a um critério de localização definido – existência de terreno livre, declive baixo, exposição solar a Sul ou este e proximidade à rede viária principal, à rede de transporte público, a um heliporto ou a um equipamento de segurança como os Bombeiros, PSP e GNR - (cenários 5 a 18); d) dois cenários em que os locais candidatos à instalação do equipamento se encontram em áreas que correspondem a todos os sete critérios analisados (cenários 19 e 20); e) dois cenários em que os locais candidatos se encontram em áreas que correspondem aos três critérios considerados mais importantes – existência de terreno livre e proximidade à rede viária principal e a um heliporto - (cenários 21 e 22) (quadro 4).

Para cada um dos cenários o número de locais candidatos é distinto, em muito devido à distribuição do critério de localização em que se baseia. Assim, os cenários podem ter entre 28 (centróides das subsecções estatísticas que preencham todos os critérios de localização) e 6479 (centróides dos códigos postais de 7 dígitos sem ter em conta qualquer critério de localização) locais candidatos à localização do FHS (quadro 4).

Em cada um dos cenários foi, também, tida em conta a localização do HFF, definido como um dos locais pré-definidos para a localização de um dos dois equipamentos que deverão existir nos concelhos de Amadora e Sintra. Deste modo, as soluções identificadas têm em conta não só parâmetros específicos mas também a relação entre a solução identificada e a localização do HFF<sup>30</sup>.

Tendo em conta o modo como foram analisados os dados de entrada, é possível dividir os mesmos em três grupos: a) cenários que apenas consideram a distância entre a procura e a oferta (cenários 2 e 4); b) cenários que têm por base a distribuição da população residente (cenários 1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 e 21); c) cenários que têm por base a distribuição dos utentes (cenários 3, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 22).

Tendo em conta a complexidade do problema de *Location-Allocation*, devido à área abrangida, ao número de locais candidatos e à “densidade” da informação geográfica disponível, foi utilizada a ferramenta de *Location-Allocation* existente no software ArcGIS 10, que se fundamenta no algoritmo de Teitz e Bart. Esta ferramenta possibilita a redução do problema a um

---

<sup>30</sup> No anexo 1, figura 1.12. encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.

número de componentes essenciais: um conjunto de candidatos e uma superfície espacial que deve ser servida por estes, isto é, permite utilizar um conjunto de pontos candidatos e, com recurso à acessibilidade e à cobertura da população, identificar qual o ponto candidato seleccionado como localização óptima.

No âmbito desta ferramenta são possíveis de realizar seis tipos de análise distintos, embora nesta dissertação seja apenas utilizado um - mínima distância - que pretende minimizar a distância entre os vários pontos de procura. A escolha por este tipo de análise deveu-se não só ao facto de ser o mais adequado para planeamento de equipamentos de saúde, mas também por permitir identificar a localização óptima tendo em conta o conceito de justiça territorial.

Cenário	Dados de Entrada		Nº de Candidatos
	Procura	Critério de Localização	
Cenário 1	População Residente 2008	-	5441
Cenário 2*	População Residente 2008	-	5441
Cenário 3	Utentes	-	6480
Cenário 4*	Utentes	-	6480
Cenário 5	População Residente 2008	Terreno livre	1035
Cenário 6	Utentes	Terreno livre	2842
Cenário 7	População Residente 2008	Rede Viária Principal	4248
Cenário 8	Utentes	Rede Viária Principal	5207
Cenário 9	População Residente 2008	Heliporto	1157
Cenário 10	Utentes	Heliporto	1810
Cenário 11	População Residente 2008	Declive	3973
Cenário 12	Utentes	Declive	4690
Cenário 13	População Residente 2008	Exposição	2232
Cenário 14	Utentes	Exposição	2907
Cenário 15	População Residente 2008	Rede de Transporte Público	5153
Cenário 16	Utentes	Rede de Transporte Público	6320
Cenário 17	População Residente 2008	Equipamentos de Segurança	3414
Cenário 18	Utentes	Equipamentos de Segurança	252
Cenário 19	População Residente 2008	Todos os critérios	29
Cenário 20	Utentes	Todos os Critérios	139
Cenário 21	População Residente 2008	Terreno livre + Rede Viária Principal + Heliporto	179
Cenário 22	Utentes	Terreno livre + Rede Viária Principal + Heliporto	497

Quadro 4. Caracterização dos cenários.

(\*) Cenários em que apenas se avaliou a distância e não se teve em conta a distribuição dos residentes/utentes.

Nota: No número de candidatos considerado por cenário já se encontra incluída a localização do HFF, definido como um local de oferta pré-requerido.

Também se procurou utilizar o tipo de análise que tem como objectivo maximizar a utilização. Contudo, uma vez que as subsecções estatísticas – que contém informação relativa à população residente na mesma – e a área dos códigos postais de 7 dígitos – que contém informação relativa

ao utentes que foram ao HFF em 2008 – não tem correspondência, não é possível calcular a taxa de utilização.

Admitindo que o futuro Hospital de Sintra terá funções complementares ao HFF optou-se por um modelo horizontal em vez de um modelo hierárquico, isto é, ambos os Hospitais serão entendidos como um bem homogéneo, não sendo feita qualquer distinção.

#### **6.1.7. Avaliação de soluções identificadas nos cenários**

Tendo em conta que foram modelados vários cenários e que, em cada um, foi identificada uma solução, torna-se relevante analisá-las sob a mesma perspectiva para identificar a que é vantajosa. Assim, a avaliação das várias soluções foi realizada com base na distribuição da população residente por níveis de acessibilidade ao HFF, segundo o tipo de transporte utilizado na deslocação até às Unidades de Saúde: a acessibilidade em transporte individual e a acessibilidade em transporte público<sup>31</sup>.

Uma vez que a utilização dos cuidados de saúde por parte da população depende, em muito, da acessibilidade à unidade mais próxima e que o surgimento de uma nova unidade induz ao aparecimento de novos utentes que, sem a nova unidade, não iriam procurar cuidados de saúde, optou-se por não avaliar os cenários tendo em conta a distribuição dos utentes que foram ao HFF em 2008 mas apenas da população residente em 2008.

Através desta metodologia de análise foi possível identificar qual a melhor solução, de entre as várias soluções, para instalação do FHS. Por fim, procedeu-se à avaliação da acessibilidade da população, tendo em conta não só o HFF e o FHS mas também os Hospitais que se encontram na proximidade dos concelhos de Amadora e Sintra.

### **6.2. Resultados**

#### **6.2.1. Acessibilidade em transporte público e individual**

Os concelhos de Amadora e Sintra são servidos por 2.500 km de rede viária; sendo 245 km relativos à estrutura viária nacional, desde auto-estradas, IC, IP, etc..

A oferta de transporte público na área de influência do HFF divide-se em diversas tipologias de transporte – ferroviário, metropolitano e rodoviário – cobrindo quase 551 km de vias<sup>32</sup>.

Amadora e Sintra são servidos pelo transporte ferroviário (linha de Sintra), com 13 estações. Apenas o concelho da Amadora possui no seu território duas estações de metropolitano, Alfarelos e Amadora Este, que integram a rede de metropolitano de Lisboa (Coroa 1), fazendo parte da linha azul (Santa Apolónia – Amadora-Este).

---

<sup>31</sup> No anexo 1, figura 1.13. encontra-se o fluxograma explicativo da metodologia seguida.

<sup>32</sup> No anexo 1, figura 1.14. e 1.15. encontra-se o mapa da rede viária principal e da rede de transportes públicos existente no concelho de Amadora e Sintra.

No que diz respeito ao transporte rodoviário existem 4 companhias a operar na área de influência do HFF. A Vimeca é a empresa que detém um maior número de linhas a cruzar esta área, com um domínio de serviços de transporte urbano de ligação a centros urbanos e ao interface ferroviário. Em segundo lugar posiciona-se a Scotturb, que apenas opera no concelho de Sintra, com oferta de um serviço mais diversificado, assegurando não só o transporte urbano, como também o inter-concelhio e proporcionando a ligação ao transporte ferroviário. Os serviços de transporte da Mafrense são predominantemente interurbanos, de ligação entre localidades mais periféricas e os centros urbanos (freguesias mais a Norte do concelho de Sintra). A Carris apenas actua no Sul do concelho de Amadora, oferecendo um serviço de transporte intra-urbano de ligação a Lisboa.

### **6.2.2. Os Cuidados de Saúde na Área Metropolitana de Lisboa**

O Sistema Local de Saúde é composto por um Hospital, 9 Centros de Saúde e 17 Extensões de Saúde. Adicionalmente encontram-se activas 11 Unidades de Saúde Familiares, algumas das quais funcionando no mesmo edifício que Centros de Saúde já existentes.

A distribuição das Unidades de Saúde na área de influência do HFF é dispersa, verificando-se a existência de Centros de Saúde que se encontram entre os 5 minutos e os 50 minutos do HFF – o Centro de Saúde mais distante é o de Pêro Pinheiro -; o mesmo ocorrendo para as USF – a mais distante é Monte da Lua (Várzea de Sintra). Já ao nível das Extensões de Saúde, a mais distante é a de São João de Lampas, que se encontra entre 50 e 60 minutos de distância (figura 4).

O HFF serve de referência à população dos concelhos de Amadora e Sintra. No entanto, para questões de pediatria, ginecologia e obstetria, algumas das freguesias do concelho de Sintra passaram a estar referenciadas para o Hospital de Cascais a partir de 2010.

Por outro lado, há residentes destes concelhos que se encontram mais próximos de outros Hospitais, o que se denota nas taxas de utilização do HFF por freguesia. De facto, analisando a acessibilidade geográfica aos Hospitais que se encontram próximos dos concelhos de Amadora e Sintra, tendo em conta a metodologia referida anteriormente no ponto 6.1.2. (utilização da rede viária e distribuição da população residente em 2008), verifica-se que parte da população de Amadora e Sintra se encontra mais próxima de um de outros seis Hospitais que não o HFF. Como tal, se em termos de área de influência o HFF tem uma população residente a atender de 617.973 habitantes (2008), em termos de área de acessibilidade geográfica tem 511.025 habitantes, ou seja, 82,7% da população residente (figura 5 e quadro 3). A restante população encontra-se dividida entre o Hospital de Cascais (8,2%), o Hospital Pulido Valente (3,5%), o futuro Hospital de

Loures<sup>33</sup> (3,2%), o Hospital São Francisco Xavier (1,7%), o Hospital Santa Maria (0,9%) e o Hospital Santa Cruz (0,02%).

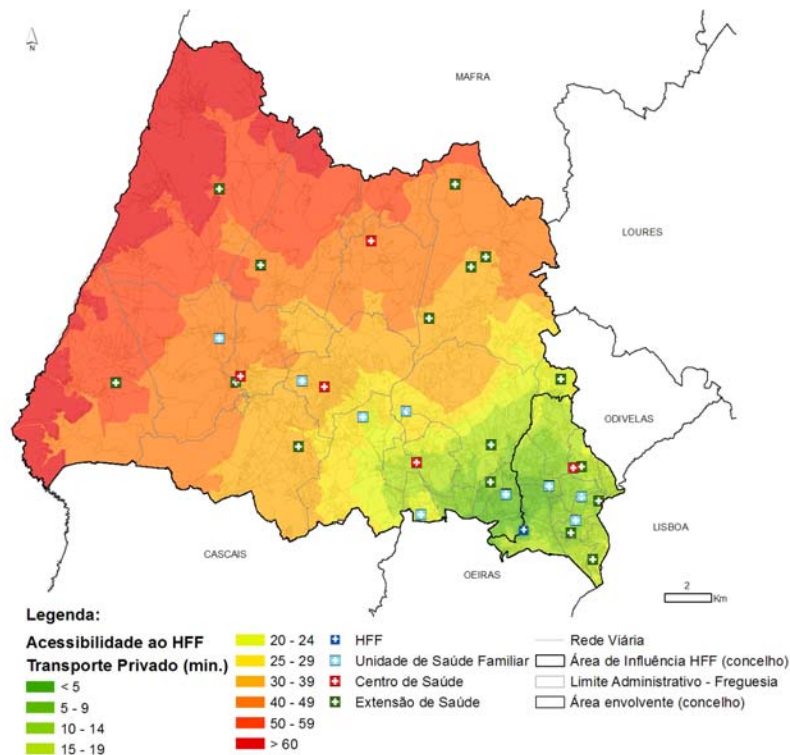


Figura 4. Tempo médio na deslocação das Unidades de Saúde ao HFF.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais mais próximos do HFF e a vermelho os locais que necessitam de mais tempo para se deslocar ao HFF.

Intervalo de tempo (min.)	População Residente (2008)							Total
	< 10	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	> 60	
H. Fernando da Fonseca	77.828	267.855	147.397	16.037	1.599	309	-	511.025
H. Cascais	-	2.065	16.140	18.531	9.595	3.688	372	50.400
H. Pulido Valente	-	21.597	-	-	-	-	-	21.597
H. Loures	-	-	3	-	78	19.778	98	19.957
H. S. Francisco Xavier	4.391	4.438	-	-	-	446	-	9.275
H. Santa Maria	-	4.359	1.254	-	-	-	-	5.613
H. Santa Cruz	-	114	-	-	-	-	-	114

Quadro 5. População que reside na área de influência do HFF mas que se encontra mais próxima de outro Hospital.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), IGP (2000,2006), INE (2001, 2006 e 2008) e Portal da Saúde (2010).

### 6.2.3. Procura Potencial na área de influência do Hospital Fernando da Fonseca

A análise da procura potencial do HFF teve por base uma metodologia, definida no ponto 6.1.3., que permitiu espacializar a distribuição da população residente, em 2008, tendo em conta a escala da subsecção estatística.

<sup>33</sup> Apesar de ainda estar em construção, foi considerado oportuno analisar a acessibilidade geográfica ao mesmo, de modo a identificar o seu potencial impacto na utilização do HFF.



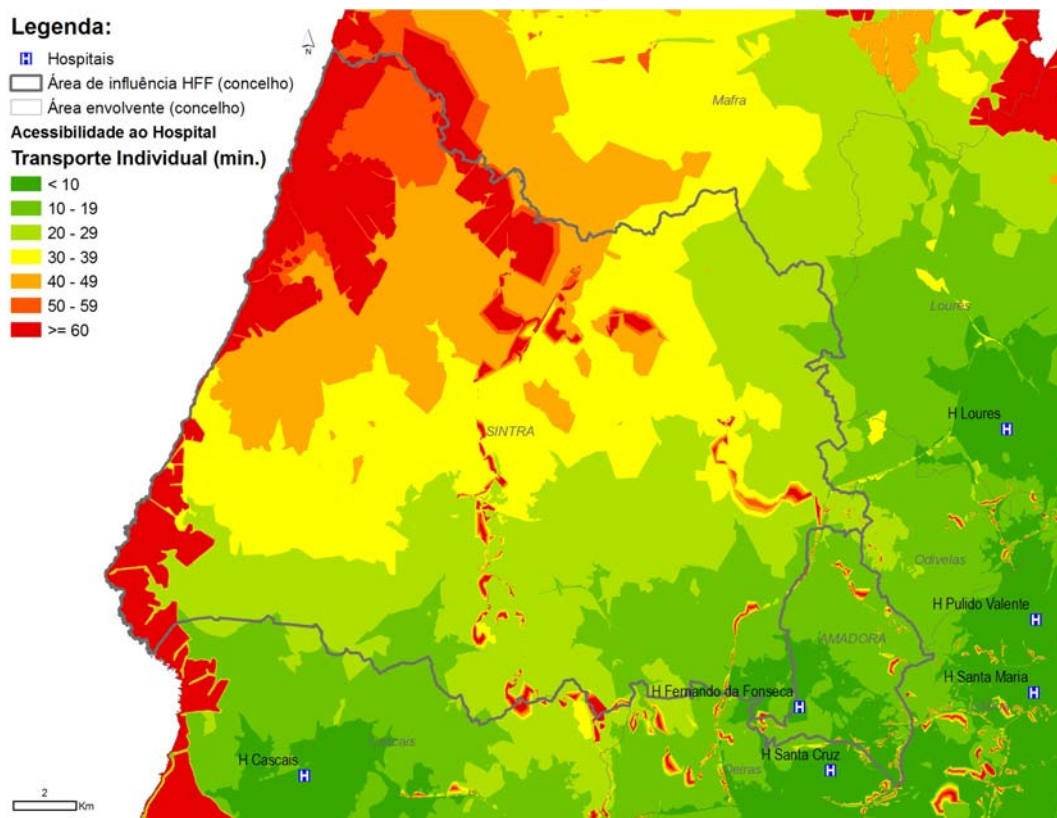


Figura 5. Área de acessibilidade aos Hospitais da Área Metropolitana de Lisboa

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais mais próximos de um Hospital e a vermelho os locais que necessitam de mais tempo para se deslocar ao Hospital mais próximo.

Em 2008 residiam na área de influência do HFF 617.982 habitantes, mais 58,3% do que em 1981, sendo a sua maioria residente no concelho de Sintra (72,1%). De facto, no período de 1981 a 2008 o concelho de Sintra registou um crescimento populacional sempre ascendente (96,9%), quase duplicando a sua população. No mesmo período, o concelho de Amadora cresceu apenas 5%, sendo que desde 1991 tem vindo a registar um decréscimo constante da sua população (-5,3% entre 1991 e 2008) (figura 6).

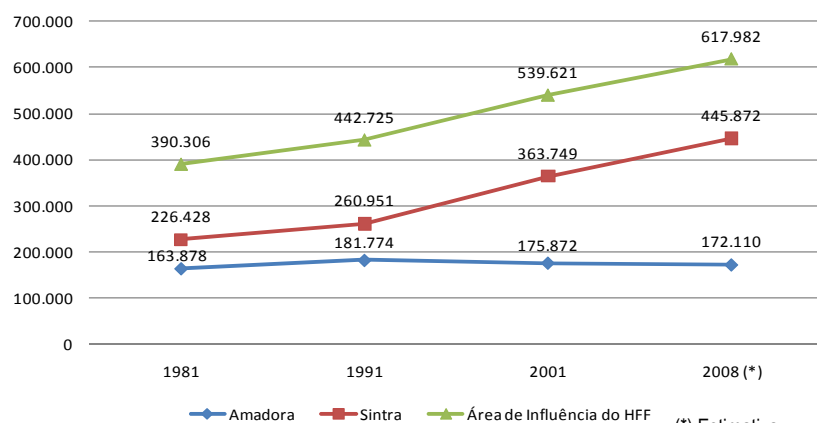


Figura 6. Evolução da População Residente na área de influência do HFF, 1981 a 2008.

Fonte: elaborado com base em INE (1981, 1991, 2001 e 2008).

Apesar desta dinâmica demográfica, o crescimento do tecido urbano não tem sido uniforme, tendo-se expandido para novas áreas residenciais e deixando para trás, e ao abandono, a primeira coroa de ocupação da periferia de Lisboa.

Actualmente o concelho da Amadora encontra-se densamente urbanizado enquanto o concelho de Sintra revela ainda um potencial de expansão significativo. No entanto, o crescimento do tecido urbano tenderá a uniformizar-se através do preenchimento das áreas urbanizáveis e urbanas e por retracção dos bairros degradados, para além de que a própria dinâmica demográfica de ambos os concelhos irá depender do ritmo de ocupação das urbanizações entretanto licenciadas – das quais 38,6% localiza-se já em tecido urbano –, predominantemente na zona Norte, Sul e Poente de Amadora e no Sul do concelho de Sintra. De facto, com base na sobreposição das áreas classificadas como tecido urbano (nível 2) existentes em 2000 e em 2006 – recolhidas junto do IGP no âmbito do projecto *Corine Land Cover* –, foi possível verificar um aumento de 5% do tecido urbano presente nestes dois concelhos; as freguesias que registaram maior crescimento ao nível da área da freguesia foram Falagueira (13,2%), São Brás (8,3%) e Venda Nova (7,2%) na Amadora e Rio de Mouro (5,3%), Pêro Pinheiro (3,1%) e Almargem do Bispo (2,0%) em Sintra (figura 7). De referir que freguesias como Alfragide, Buraca, Cacém, Colares, Damaia, Monte Abraão e Reboleira estão de tal modo preenchidas que o seu tecido urbano entre 2000 e 2006 inalterou-se.

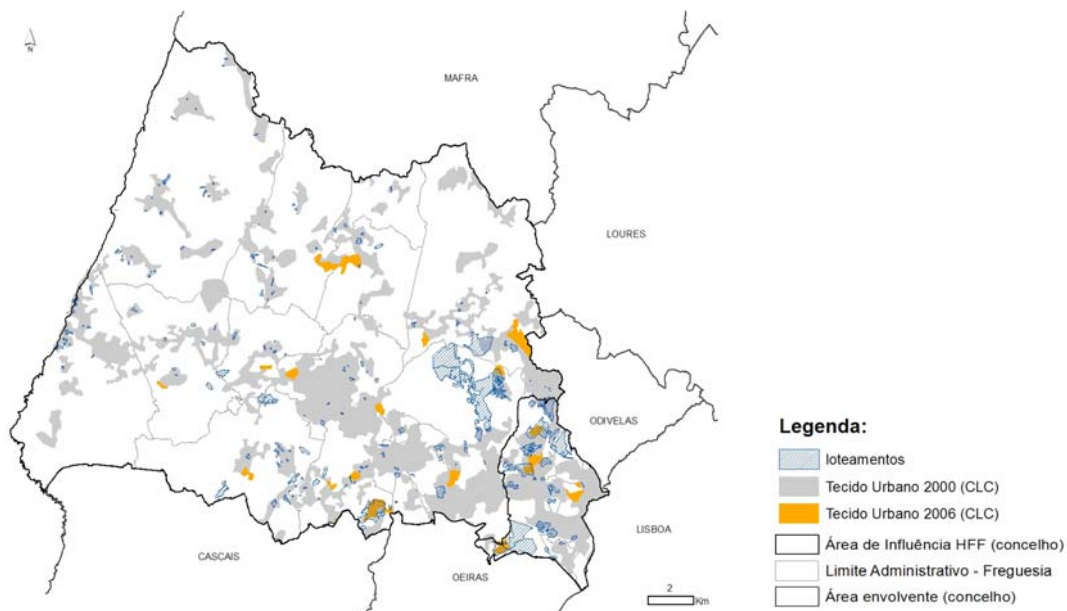


Figura 7. Tecido Urbano segundo o *Corine Land Cover* (2000 e 2006) e localização dos loteamentos já aprovados.

Fonte: elaborado com base em IGP (2000 e 2006), Roldão e outros (2006) e CM Sintra (2010).

A população residente em 2001 na área de influência do HFF apresentava uma distribuição heterogénea. Por um lado observavam-se subsecções estatísticas de contexto mais urbano, com quantitativos populacionais que ultrapassavam os 480 habitantes a Sul e Sudeste, por outro lado,

a Norte e a Oeste, apresentavam-se áreas de contexto mais rural com valores abaixo dos 250 habitantes. Os territórios que revelavam uma maior concentração populacional localizavam-se, maioritariamente, nas freguesias do concelho da Amadora (exceptuando Venteira, e as subsecções localizadas a norte das freguesias de São Brás e Brandoa) e as freguesias de Monte Abraão, Massamá, São Marcos, Agualva, Cacém, Mira-Sintra, o Sul das freguesias de Belas e Algueirão-Mem Martins e o norte das freguesias de Queluz e Rio de Mouro, no concelho de Sintra (figura 8).

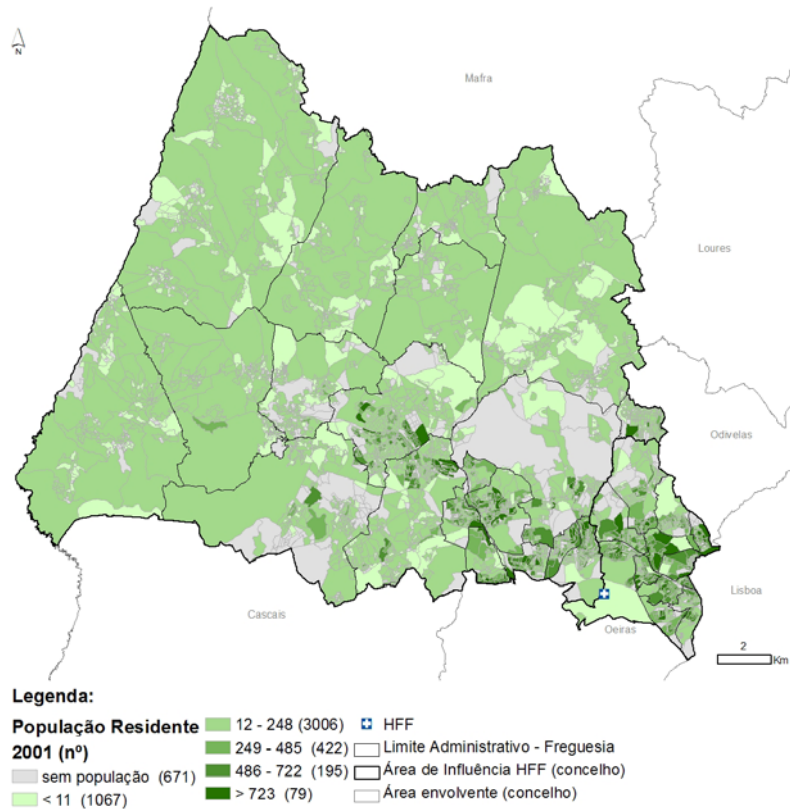


Figura 8. Distribuição da População em 2001.  
Fonte: elaborado com base em INE (2001).

Este padrão de distribuição populacional encontra explicação no traçado da rede viária principal e da rede ferroviária que atravessa estes dois concelhos e os liga à cidade de Lisboa. De facto, desde meados dos anos 50 que Lisboa e os seus territórios circundantes (onde se inserem os concelhos de Amadora e Sintra), observaram processos de crescimento e afirmação económica, em consequência do desenvolvimento das infra-estruturas de transporte na região, que “facilitaram” a mobilidade da população e o maior distanciamento casa-trabalho.

Observando a distribuição da população residente em 2008, verifica-se uma intensificação dos padrões observados em 2001, com o fortalecimento do crescimento nas áreas referidas anteriormente, nomeadamente no concelho de Sintra. Neste contexto, quase 15% das subsecções estatísticas na área de influência do HFF pelo menos duplicaram de população (771 de um total de 5440), sendo que destas, apenas, 38 são do concelho da Amadora (figura 9).

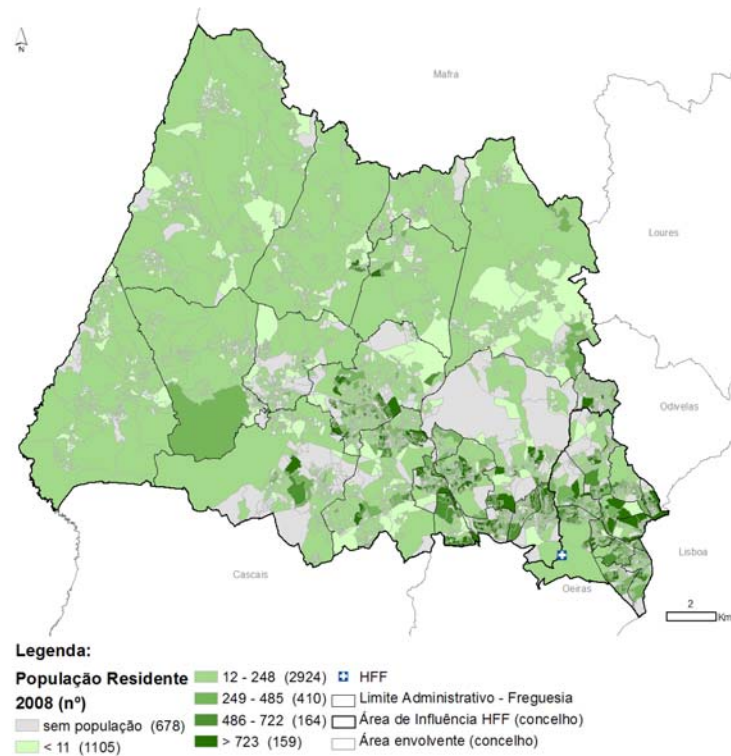


Figura 9. Distribuição da População em 2008.

Fonte: elaborado com base em IGP (2000,2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Não obstante, ambos os concelhos apresentam áreas com perdas de população residente entre 2001-2008: 7% das subsecções estatísticas que integram a área de influência do HFF revelam decréscimos iguais ou superiores a 50% (390 de um total de 5440). Este fenómeno de perda populacional observa-se particularmente nas freguesias de Mina, Damaia e Venda Nova (concelho de Amadora) e Agualva e Cacém (concelho de Sintra). Esta tendência poderá ser explicada pelo envelhecimento da população, dado que se trata de áreas correspondentes às primeiras coroas de expansão urbana, mais próximas da cidade de Lisboa, que se revelam, ao mesmo tempo e paradoxalmente, menos atractivas para as populações mais jovens, em consequência dos erros cometidos e das lacunas ao nível do planeamento e ordenamento urbano na época (figura 10).

Considerando a dinâmica demográfica da área de influência do HFF, regista-se uma população jovem já com alguns sinais de envelhecimento gradual da população (figura 11). Por um lado, a percentagem de crianças é superior à dos idosos (em 2008: 17,2% da população com menos de 14 anos e 14,7% com mais de 65 anos), registando mesmo melhores valores que o Continente (em 2008: 15,1% da população com menos de 14 anos e 17,9% com mais de 65 anos), por outro lado, no período 2001-2008, verifica-se que a classe etária com mais de 65 anos cresce mais do que a das crianças e jovens (menos de 14 anos: 0,1%; mais de 65 anos: 3,2%).

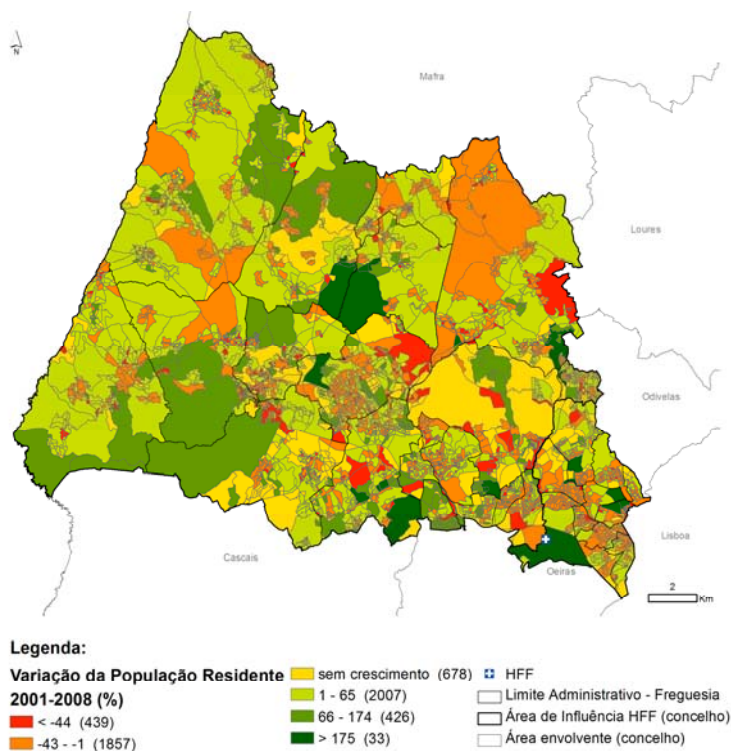


Figura 10. Crescimento da População 2001-2008.

Fonte: elaborado com base em IGP (2000,2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

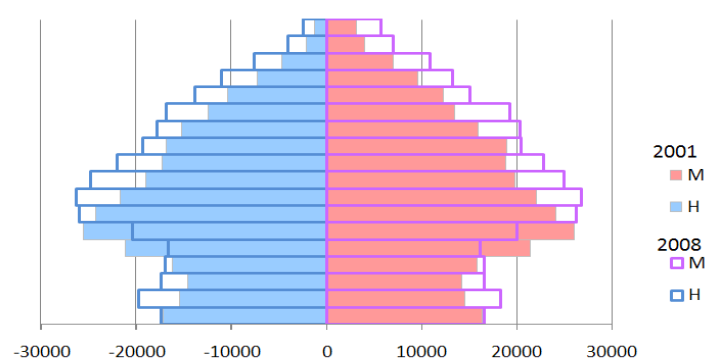


Figura 11. Pirâmide Etária da Área de Influência do HFF, 2001 e 2008.

Fonte: elaborado com base em INE (2001, 2008).

Adicionalmente, verifica-se a diminuição da população em idade activa (71,4% em 2001 e 68,1%, em 2008), registando, no entanto, valores superiores ao Continente (2001: 67,6%; 2008: 67%). De facto, analisando a pirâmide etária da área de influência do HFF verifica-se mesmo uma diminuição de efectivos entre 2001 e 2008 nas classes etárias entre os 20 e os 29 anos. Ressalve-se, no entanto, o facto de os valores de 2008 não terem em conta a imigração, tanto nacional como estrangeira, sendo nestas idades que este fenómeno é mais intenso.

O concelho de Sintra é dos concelhos Portugueses em que o fenómeno migratório mais se evidencia: em 2008, entraram no concelho 1,30 indivíduos por cada 100 que aí residem. No mesmo ano, no Continente, esse valor é de apenas 0,09%. Destaca-se ainda o facto de o



concelho de Amadora revelar valores negativos no período analisado, reflectindo que a quantidade de indivíduos que sai é superior à que entra, registando o valor mais baixo, -1,01%, em 2008 (figura 12).

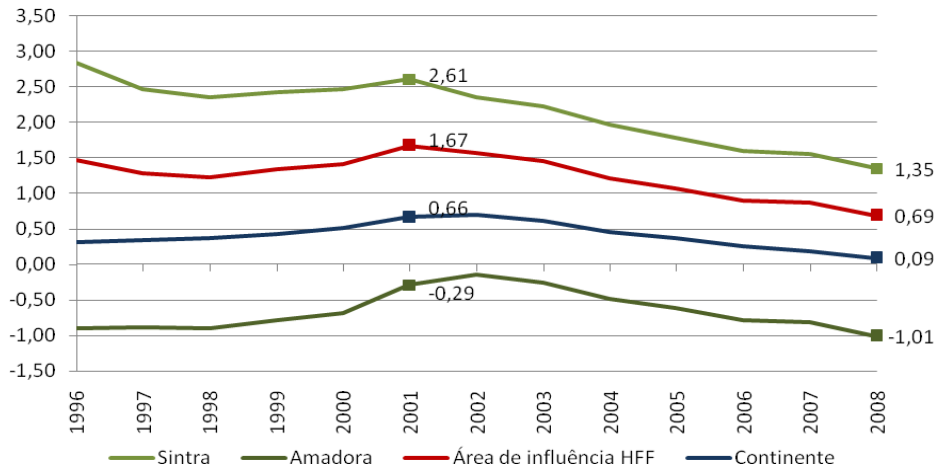


Figura 12. Taxa de Crescimento Migratório, 1996 a 2008.  
Fonte: elaborado com base em INE (1996-2008).

#### 6.2.3.1. Acessibilidade da População Residente

A área de influência do HFF apresenta diferentes níveis de acessibilidade, em minutos, a este equipamento, tendo em consideração a deslocação em transporte individual (figura 13). A maioria das freguesias do concelho da Amadora detém um elevado nível de acessibilidade, uma vez que se encontram a menos de 20 minutos deste Hospital (assinaladas em tons de verde), juntamente com as freguesias do Sul/Sudeste do concelho de Sintra, como Queluz, Monte Abraão, Massamá, São Marcos, Agualva e Cacém. Em oposição, encontram-se as freguesias do Norte/Noroeste que revelam níveis mais baixos de acessibilidade, observando-se distâncias superiores a 60 minutos (assinaladas em tons avermelhados na figura) nas freguesias de São João das Lampas, Colares e Terrugem.

Considerando a procura potencial que está afectada a cada nível de acessibilidade identificado, pode verificar-se que nas áreas com maior acessibilidade (inferior a 10 minutos de transporte individual) encontra-se 12,5% da população residente. Não obstante, mais de metade da população (62,2% - 384.545 indivíduos) reside em áreas que detêm muito boa acessibilidade (inferior a 20 minutos). A maioria do território do concelho da Amadora está abrangido por esta classe de acessibilidade, o que confere a este território boa e muito boa acessibilidade ao Hospital (quadro 6 e figura 14).

A mais de 30 minutos do HFF ainda se encontra 11,5% (70.801 indivíduos) da população, todos habitantes do concelho de Sintra, observando-se que desses, 6,2% (38.613 indivíduos) detêm as suas residências entre 30 a 39 minutos de distância do Hospital. A mais de 60 minutos

encontra-se apenas 0,1% da população, correspondendo a 310 indivíduos, com nível de acessibilidade muito baixo.

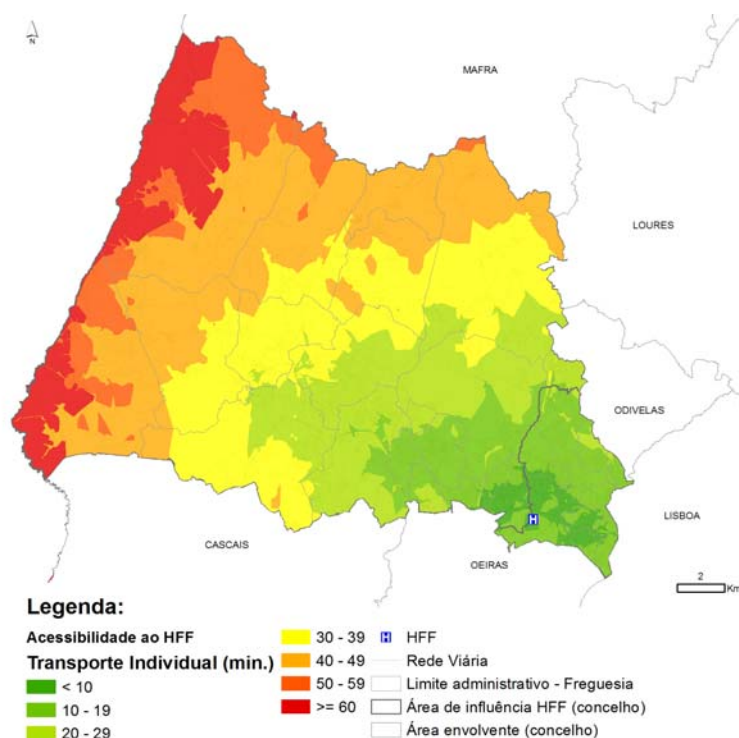


Figura 13. Acessibilidade ao HFF utilizando o transporte individual.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais mais próximos do HFF e a vermelho os locais que necessitam de mais tempo para se deslocar ao HFF.

Acessibilidade ao HFF (minutos)	Transporte Individual População Residente (2008)	Transporte Público
< 10	77.234	25.459
10 - 19	307.311	155.290
20 - 29	162.627	152.092
30 - 39	38.613	83.648
40 - 49	22.066	84.114
50 - 59	9.812	65.334
>= 60	319	52.044
Total	617.982	617.982

Quadro 6. Acessibilidade em transporte individual e transporte público da população residente (2008) por níveis de acessibilidade ao HFF.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), IGP (2000,2006), INE (2001, 2006 e 2008) e Portal da Saúde (2010).

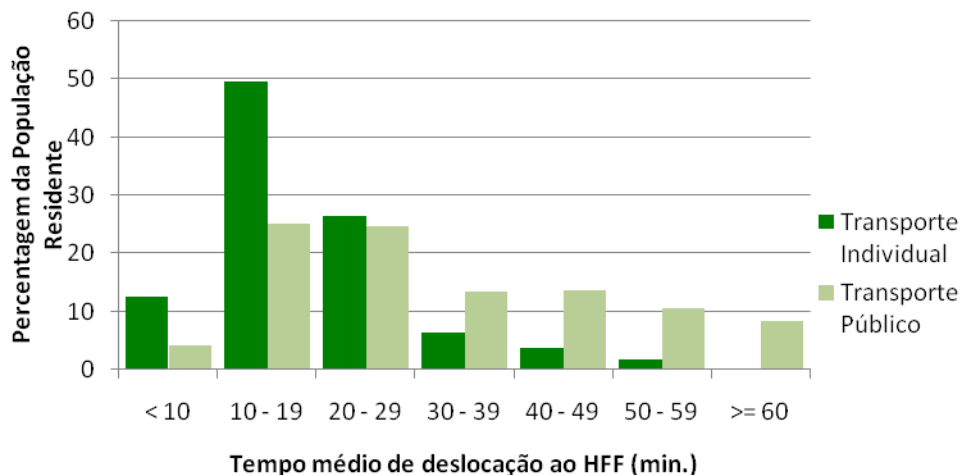


Figura 14. Valor percentual de população residente (2008) por nível de acessibilidade, em transporte individual e público, ao HFF.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), IGP (2000,2006), INE (2001, 2006 e 2008) e Portal da Saúde (2010).

Se analisarmos apenas a acessibilidade ao HFF através da utilização de transporte público, os níveis de acessibilidade pioram. Esta diminuição da acessibilidade observa-se especialmente para a população que reside mais afastada do HFF, estando mais de metade do concelho de Sintra a mais de uma hora do HFF (áreas em tons avermelhados na figura). Em termos populacionais, metade da população reside a menos de 30 minutos do HFF (53,8%), enquanto que 8,4% reside a mais de 60 minutos, correspondendo a 52.035 indivíduos com nível de acessibilidade muito baixo (figura 15).

#### 6.2.4. Procura Expressa do Hospital Fernando da Fonseca

A análise da procura expressa teve por base os utentes que foram ao HFF em 2008 e os episódios que aí ocorreram nesse mesmo ano, os quais foram analisados tendo em conta a morada indicada no acto de inscrição, ao nível do código postal de 7 dígitos.

Em 2008 foram ao HFF 195.952 utentes, dos quais 92% residem na área de influência deste Hospital. Em termos de distribuição do total de utentes por freguesia, Algueirão - Mem Martins é a freguesia que mais utentes tem (18.974 utentes), enquanto que a freguesia de Montelevar é a que tem menos utentes (981 utentes); o que representa uma grande discrepância (figura 16). No entanto, o peso dos utentes na população residente não revela o mesmo: apesar de a freguesia de Algueirão-Mem Martins ser a que tem mais utentes, estes só representam 24,3% da sua população (figura 17). As freguesias em que o total de utentes é mais representativa da população é Mira-Sintra, onde representa pouco mais de metade da população (51,2%) e Brandoa (45,1%). Já as freguesias que apresentam menor representatividade são as mais próximas de Lisboa: Alfragide (14,9%) e Alfovelos (14,4%). Deste modo, é plausível que, em média, os utentes que foram ao HFF em 2008 representem apenas 27,7% da população.



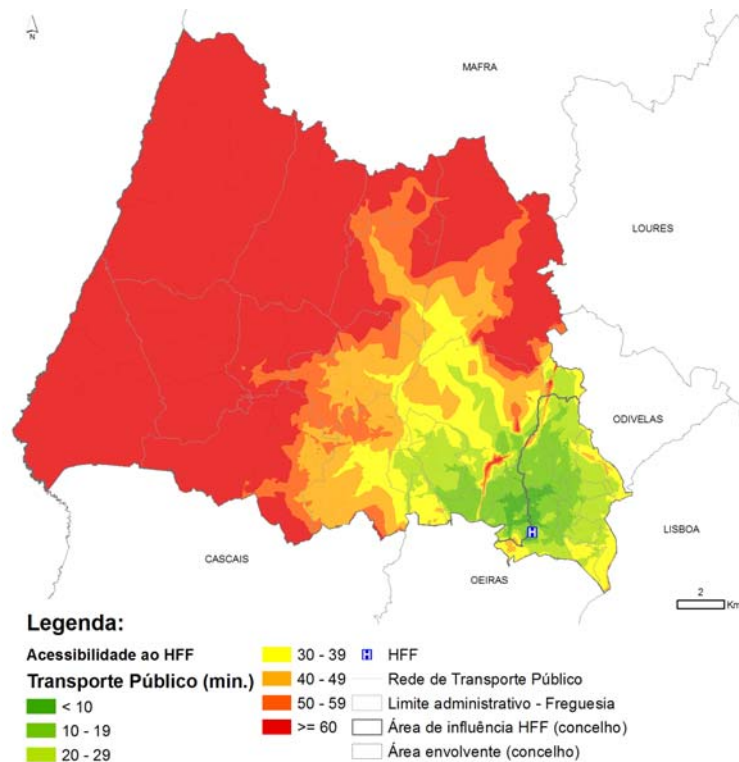


Figura 15.

Acessibilidade ao HFF utilizando o transporte público.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), Portal da Saúde (2010), CP (2010), Metropolitano de Lisboa (2010), Vimeca (2010), Scotturb (2010), Mafrense (2010) e Carris (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais mais próximos do HFF e a vermelho os locais que necessitam de mais tempo para se deslocar ao HFF.

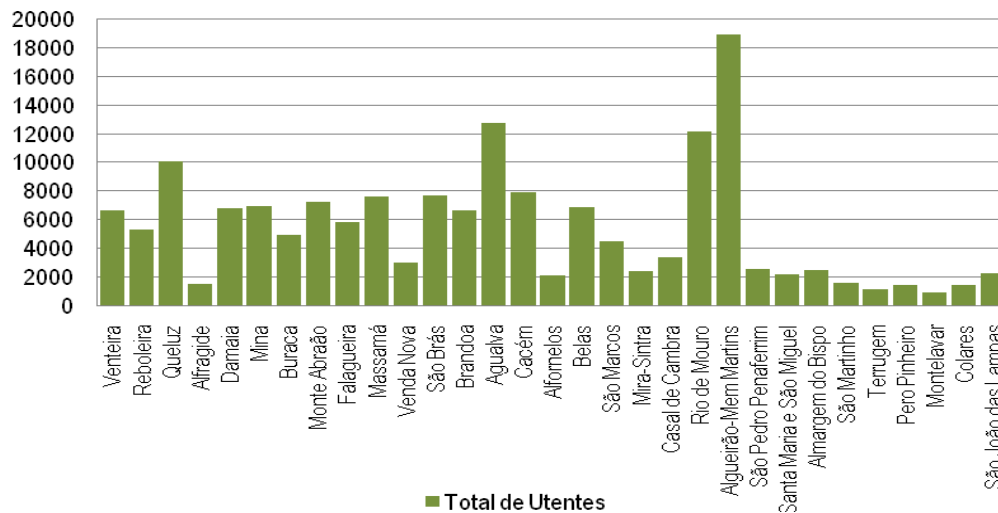


Figura 16.

Total de utentes que utilizaram o HFF em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF (2008) e ESRI (2010).

Nota: as freguesias encontram-se hierarquizadas pelo tempo médio de deslocação ao HFF.

Analisando a distribuição dos utentes por área de código postal, verifica-se uma grande dispersão pela área de influência do HFF (figura 18). De facto, houve utentes que se deslocaram ao HFF de 85,2% destas áreas (5810 em 6467 áreas). Apesar desta dispersão, em média residem 26 utentes por área de código postal, evidenciando-se uma grande concentração de utentes na

proximidade ao HFF, principalmente no eixo Venda Nova – Algueirão-Mem Martins, com algumas excepções localizadas em São João das Lampas.

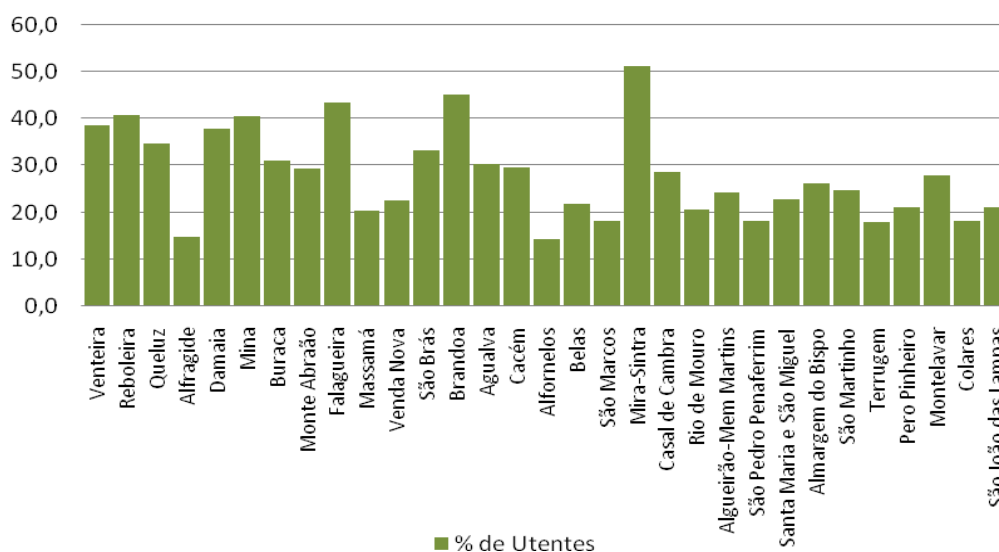


Figura 17. Valor percentual de utentes que se deslocaram ao HFF em 2008 na População Residente em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF (2008) e ESRI (2010).

Nota: as freguesias encontram-se hierarquizadas pelo tempo médio de deslocação ao HFF.

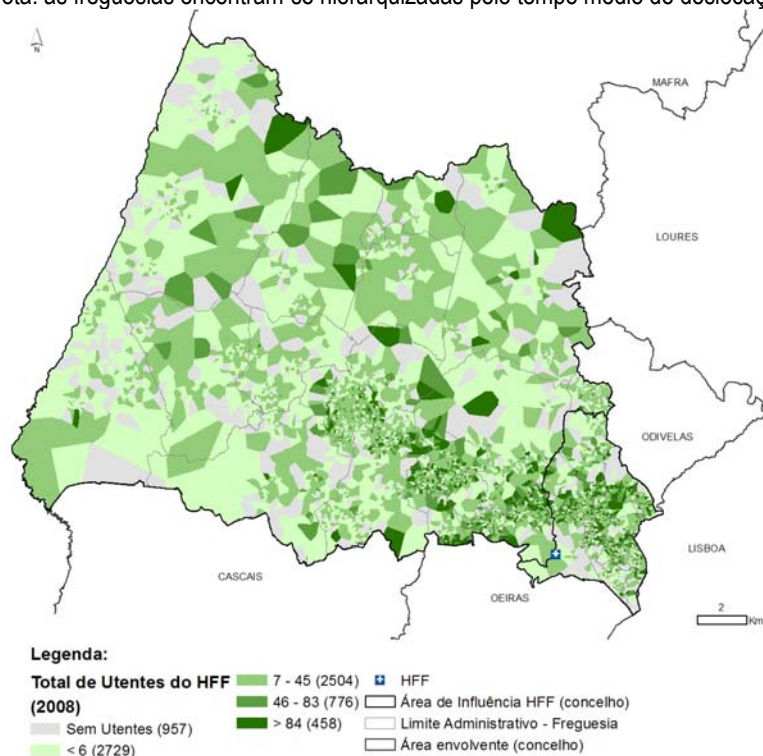


Figura 18. Total de Utentes que utilizaram o HFF em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF (2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

Tal como identificado em diversos estudos sobre a utilização de serviços de saúde, o peso das utentes do sexo feminino é superior ao do sexo masculino. No caso concreto do HFF - em que

54,9% dos utentes atendidos no HFF em 2008 era mulher - a procura feminina é acentuada pelo peso assumido pela componente obstétrica, numa área com uma componente populacional bastante jovem. Esta distribuição por género verifica-se também ao nível das freguesias da área de influência do HFF, com excepção da freguesia de Terrugem (homens: 50,7%).

Também ao nível das áreas de código postal se verifica o maior peso do sexo feminino (figura 19). Aliás, de 6,4% das áreas de código postal apenas provieram mulheres (412 de 6467 áreas); enquanto que ao nível do sexo masculino, regista-se maior número de utentes em 32,8% da área de influência do HFF, sendo que em 359 áreas de código postal (5,6%) todos os utentes que daí provieram são do sexo masculino.

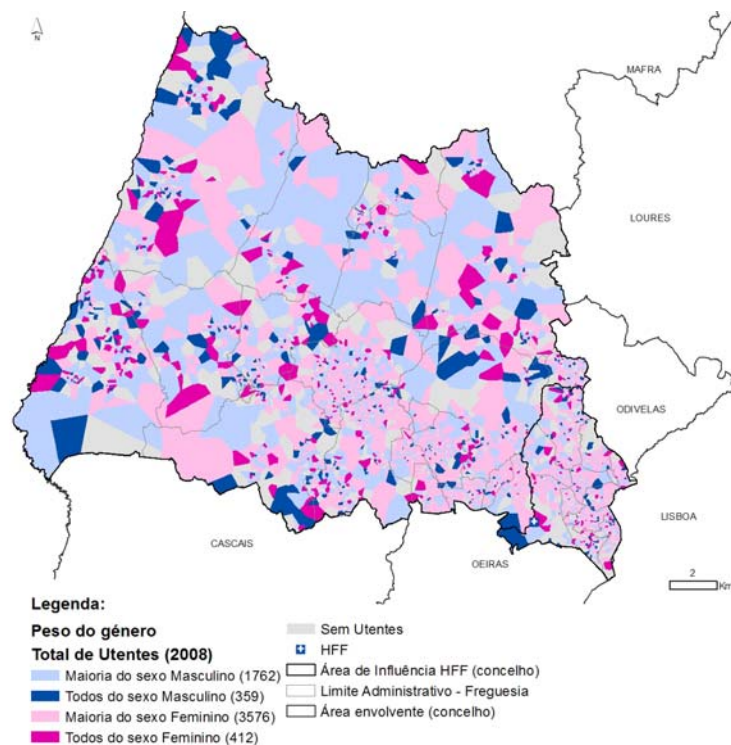


Figura 19. Valor percentual do género no total de utentes que se dirigiram ao HFF em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

Numa análise da classe etária no total de utentes por freguesia, verifica-se que 32,1% dos utentes que vêm de São Marcos têm idade inferior a 14 anos, sendo que a média das freguesias é de 20,2%. Quanto aos utentes em idade activa, estes representam em média 58,5% do total de utentes, sendo esse valor mais elevado em Alfores (65,6%). Por fim, relativamente aos utentes de mais idade, 32,5% dos utentes que vêm da Vendeira têm mais de 65 anos; sendo a média das freguesias de 21,3%.

Quando se analisa a dispersão dos utentes por classe etária, verifica-se que, na maioria do território, não há predominância de uma classe etária (62% das áreas de código postal com utentes); apenas em 1,8% das áreas de código postal todos ou a maioria dos utentes têm idade

inferior a 14 anos, em 17,7% todos ou a maioria dos utentes estão em idade activa e em 3,9% todos, ou a maioria, dos utentes têm mais de 65 anos. Adicionalmente, é de referir que em 14,4% das áreas de código postal só se registaram utentes de duas classes etárias (figura 20).

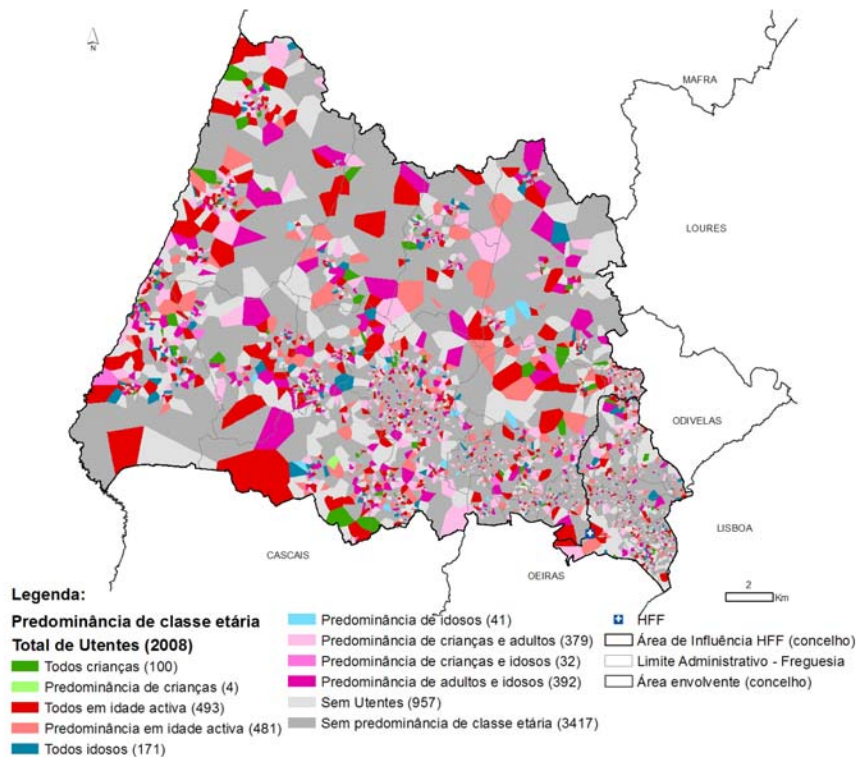


Figura 20. Importância da classe etária no total de utentes que se dirigiram ao HFF em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

Sendo este um território com um elevado peso de população emigrante, é plausível que 10,1% dos utentes do HFF tenha nacionalidade estrangeira - o HFF atendeu utentes de 101 nacionalidades estrangeiras -, nomeadamente das ex-colónias portuguesas: 74,8% dos utentes de nacionalidade estrangeira advêm de Angola (21,9%), Cabo Verde (21,8%), Brasil (20,7%) e Guiné-Bissau (10,4%).

Para caracterização do perfil de utilização por parte dos utentes do HFF, analisaram-se os episódios que ocorreram neste Hospital em 2008. Ao todo, ocorreram 837.665 episódios: 56,4% com utentes do sexo feminino. Deste modo, em média, cada utente deslocou-se 4,3 vezes ao HFF em 2008; no sexo feminino o valor médio foi de 4,4 vezes e no sexo masculino de 4,1 vezes.

Analisando o consumo de Cuidados de Saúde Hospitalares segundo a classe etária, verifica-se um aumento constante do mesmo, visível entre a classe dos 15-19 anos e a classe 70-74 anos. De facto, em média, há um incremento de 0,3 episódios por classe etária (figura 21).

A freguesia de Algueirão-Mem Martins apresentou o maior quantitativo de utentes e, como tal, o maior número de episódios ocorridos (76.314). Em sentido contrário, a freguesia de Montelevar é

a que tem menos episódios ocorridos em 2008 (4.111). Em média registaram-se 46.383 episódios por freguesia (figura 22).

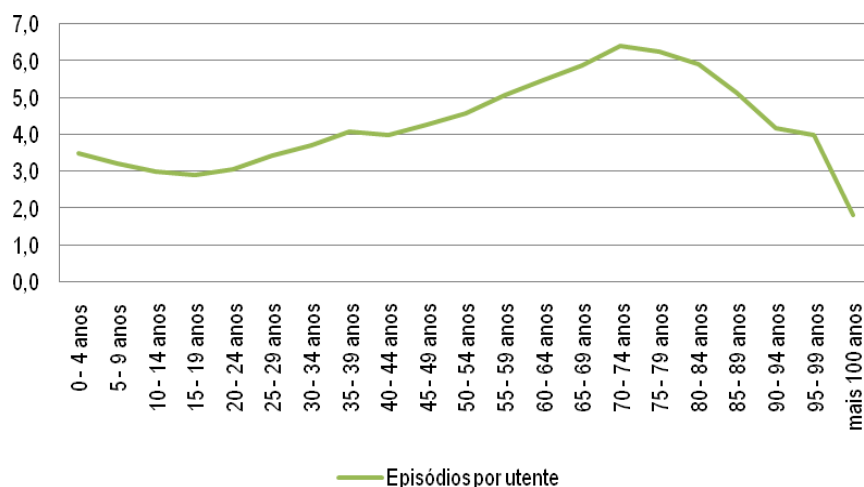


Figura 21. Número médio de episódios por Utente, segundo a classe etária.  
Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).

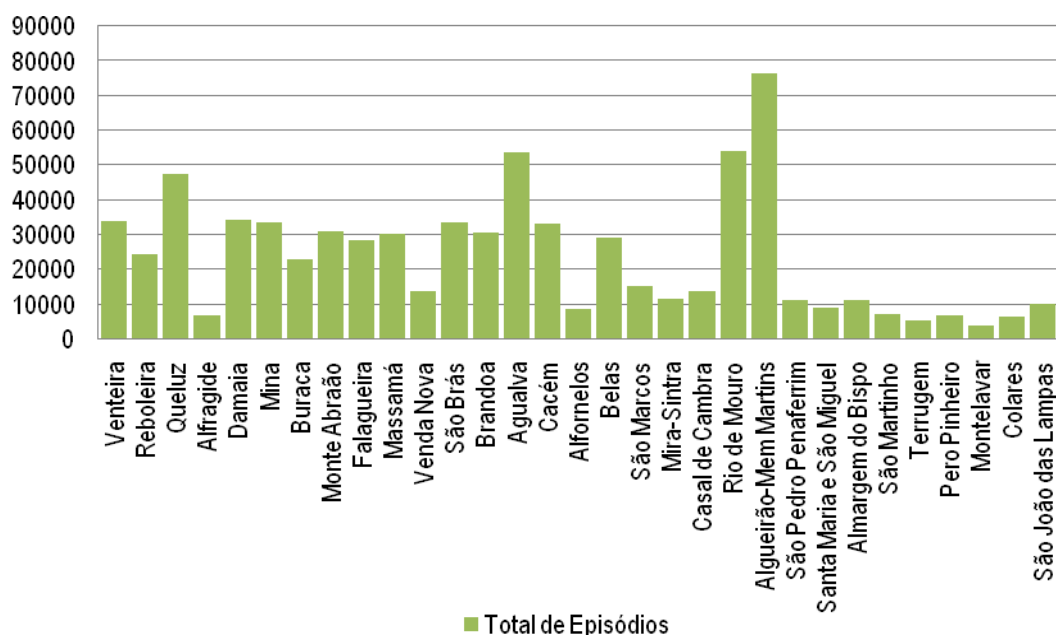


Figura 22. Total de episódios ocorridos no HFF em 2008 por Freguesia.  
Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).  
Nota: as freguesias encontram-se hierarquizadas pelo tempo médio de deslocação ao HFF.

Numa análise a uma escala maior, verifica-se que há uma dispersão territorial dos episódios: em média ocorreram 132 episódios por área de código postal. O valor mais elevado de episódios verificou-se numa área de código postal localizada na freguesia de Falagueira (2.197 episódios) (figura 23).

Em média, cada utente da área de influência do HFF utilizou-o 4,4 vezes. Todavia, verificam-se variações entre freguesias: Venteira e Damaia tiveram, em média, 5 utilizações; Massamá,



Casal de Cambra e Algueirão-Mem Martins, 4. De facto, os utentes de freguesias mais próximas foram, em media, mais vezes ao HFF do que utentes de freguesias mais distantes (figura 24).

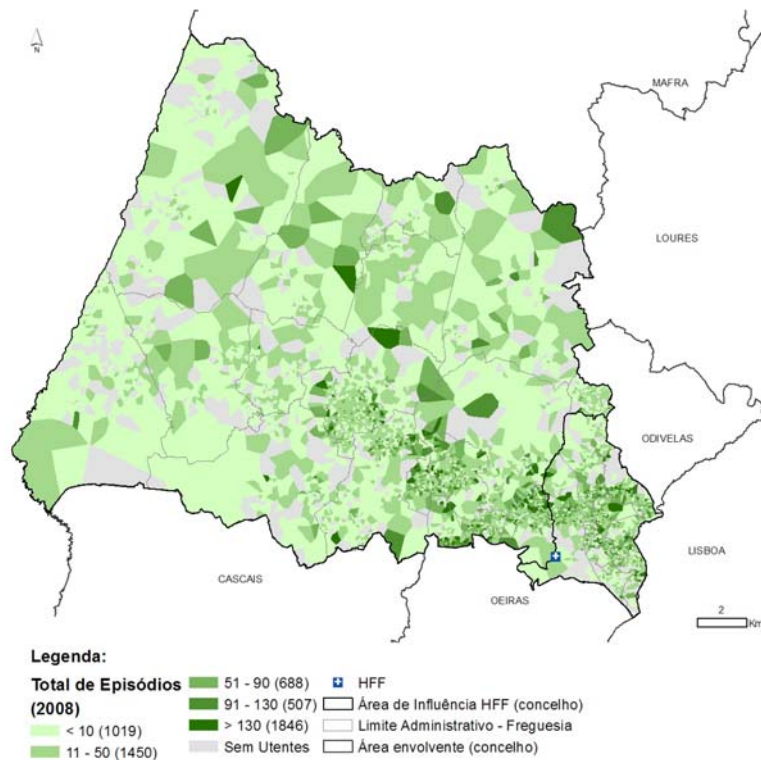


Figura 23. Total de episódios ocorridos em 2008 no HFF.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

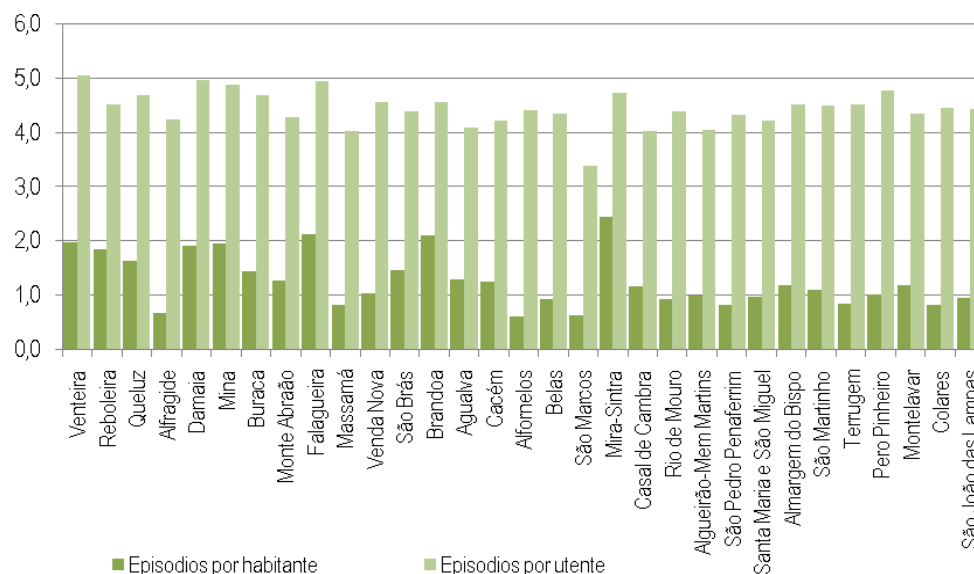


Figura 24. Número de episódios por utente que se dirigiu ao HFF em 2008 e por habitante residente na área de influência do HFF.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF(2008) e ESRI (2010).

Nota: as freguesias encontram-se hierarquizadas pelo tempo médio de deslocação ao HFF.

O número médio de vezes que cada habitante da área de influência do HFF utilizou o Hospital em 2008 é mais baixo, devido ao valor percentual dos utentes na população residente -

1,2 vezes -, sendo a freguesia de Mira-Sintra a que apresenta maior número de visitas ao HFF por habitante (2,4 vezes) e Alfoanelos a que apresenta o menor valor (0,6 vezes).

Em geral os episódios ocorridos num Hospital podem ser de três tipos: urgência, ambulatorio ou internamento<sup>34</sup>. No HFF, a maioria dos episódios são de ambulatorio (66,6% de toda a actividade); os episódios de urgência representam 28,2% do total.

Analisando a tipologia dos episódios por classe etária verifica-se que a maioria dos atendimentos é efectuada em ambulatorio. A excepção encontra-se nas classes etárias menor que 4 anos e maior que 100 anos, onde, num total de 165 casos, ocorrem mais episódios de urgência que de ambulatorio (figura 25).

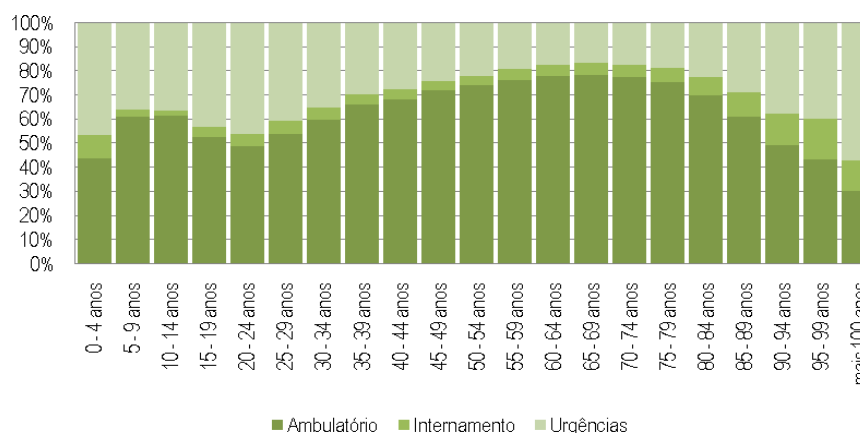


Figura 25. Tipologia de episódio por classe etária.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).

Analisando os episódios por tipologia e classe etária, verifica-se que o internamento é o que tem menor peso e que, em cada uma das três tipologias, houve aumento em duas etapas distintas da vida; no ambulatorio registou-se um aumento entre os 0 e os 14 anos e entre os 20 e os 69 anos. No internamento esse aumento verifica-se entre os 10 e os 29 anos e a partir dos 45 anos. Ao nível da urgência, o aumento verifica-se entre os 5 e os 24 anos e a partir dos 65 anos (figura 26).

Ao nível das freguesias da área de influência do HFF, verifica-se que o ambulatorio tem valor percentual mais elevado na Venteira e Damaia (70,6% do total de episódios) e menor em São Marcos (54,9% dos episódios). Quanto ao internamento, o valor mais alto verifica-se em Montelavar (6,5% do total de episódios) e mais baixo em Alfoanelos (4,1% dos episódios). A utilização da urgência, é superior em São Marcos (40,3% do total de episódios) e menor na Damaia (24,4% dos episódios) (figura 27).

<sup>34</sup> Segundo o ACSS (2010), os episódios de urgência ocorrem aquando da vinda de um utente do exterior - seja a que horas for - para tratamento de situação de emergência médica, cirúrgica, pediátrica ou obstétrica. Os episódios de ambulatorio são relativos a cuidados de saúde programados prestados a utentes não internados. Por fim, os episódios de internamento são relativos aos utentes que são admitidos na unidade hospitalar que ocupe uma cama, para diagnóstico ou tratamento, com permanência de, pelo menos, 24 horas.

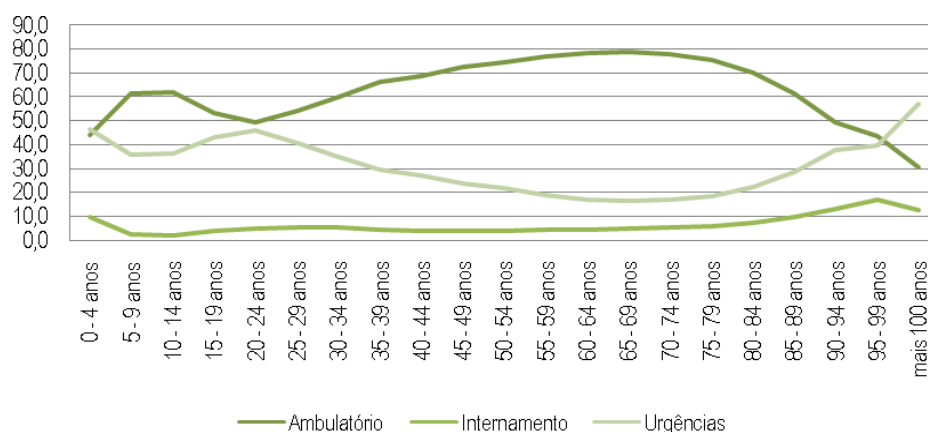


Figura 26. Valor percentual da tipologia de episódio ocorrido em 2008 por classe etária.  
Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).

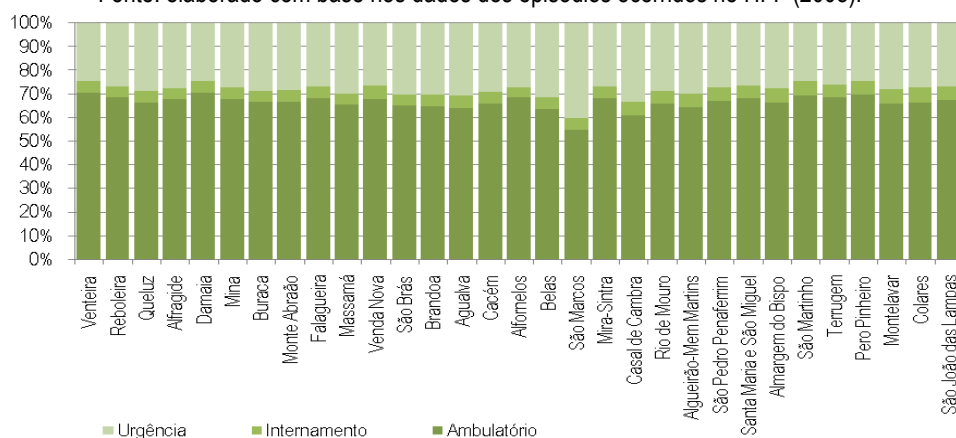


Figura 27. Tipo de episódios ocorridos no HFF em 2008 tendo em conta a origem dos utentes.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008) e ESRI (2010).

Nota: as freguesias encontram-se hierarquizadas pelo tempo médio de deslocação ao HFF.

Numa análise a uma maior escala, verifica-se que, dos episódios ocorridos por área de código postal, em média, 50,6% de ambulatório, 30,4% foram episódios de urgência e 1,6% de internamento. Adicionalmente, verificou-se que existem áreas em que todos os episódios ocorridos foram de urgência (5,8%), ambulatório (1,6%) ou internamento (0,06%) (figura 28 a 30).

Analisando os episódios dos utentes com nacionalidade estrangeira, verifica-se que 75,4% eram de utentes nascidos em Angola, Moçambique, Cabo Verde ou Guiné-Bissau (quadro 7).

Em média, cada utente de nacionalidade estrangeira deslocou-se 4,3 vezes ao HFF, não existindo grande discrepância no número de vezes que os utentes de nacionalidade estrangeira foram ao HFF quando comparado com os valores relativos a utentes de nacionalidade portuguesa. Numa análise por género e por nacionalidade (portuguesa ou estrangeira), verifica-se que no sexo feminino esse consumo é maior para a população de nacionalidade estrangeira (4,6 vs 4,4), nomeadamente guineenses e angolanas, e que no sexo masculino é maior para portugueses (3,8 vs 4,2).



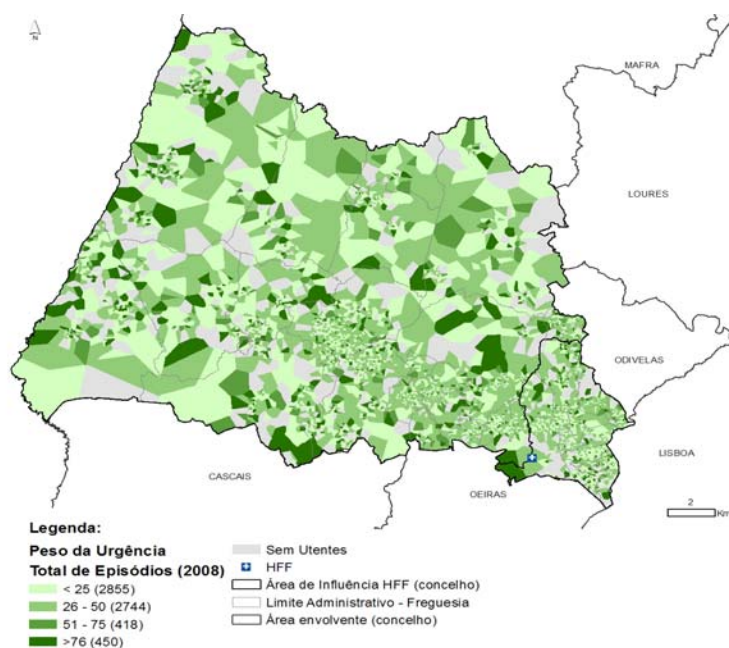


Figura 28. Valor percentual da urgência no total de episódios ocorridos no HFF em 2008.  
 Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

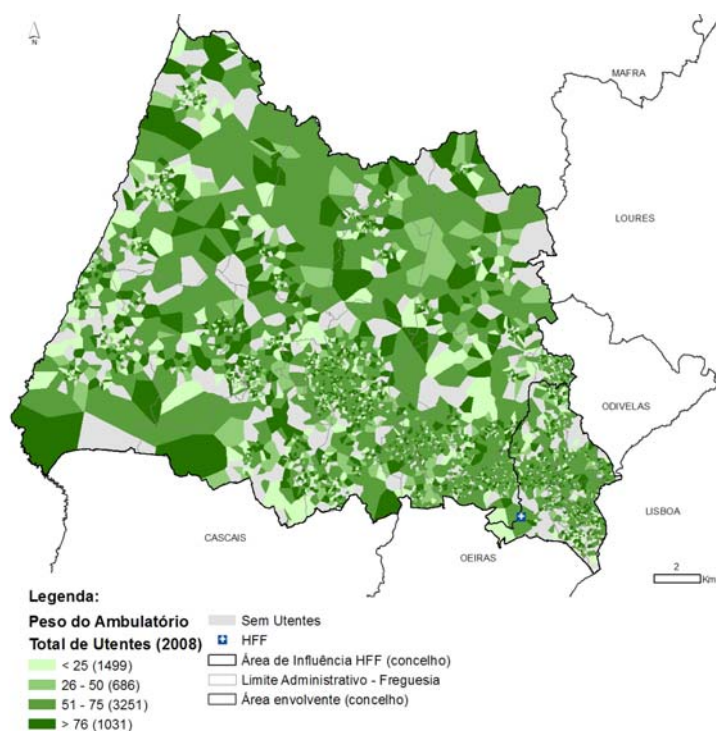


Figura 29. Valor percentual do ambulatório no total de episódios ocorridos no HFF em 2008.  
 Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

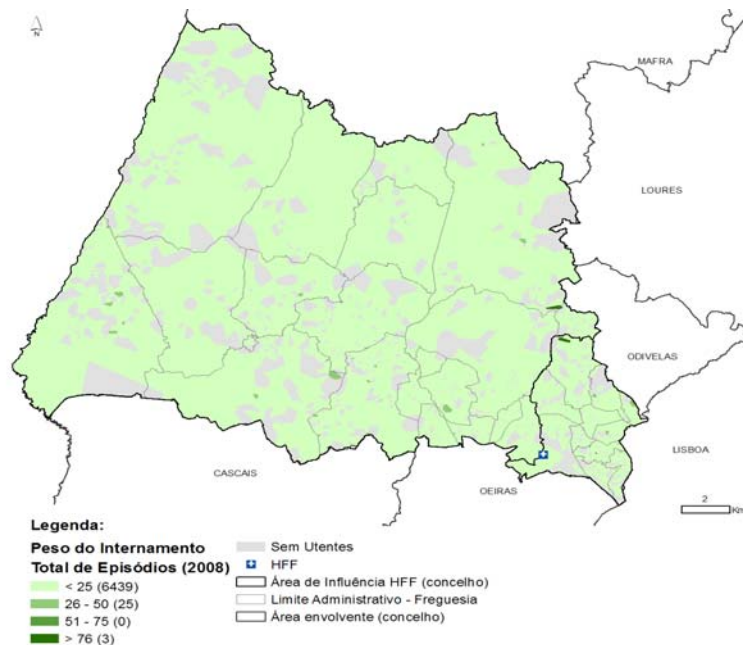


Figura 30. Valor percentual do internamento no total de episódios ocorridos no HFF em 2008.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF(2008), CAOP (2010) e CTT (2010).

Percentagem no total de episódios de utentes com nacionalidade estrangeira (%)		Episódios por utente		
		Total	Feminino	Masculino
Angola	24,2%	4,7	5,0	4,2
Brasil	15,8%	3,3	3,7	2,4
Cabo Verde	24,2%	4,8	4,8	4,7
Guiné-Bissau	11,2%	4,6	5,2	3,9
Média (utentes de nacionalidade estrangeira)		4,3	4,6	3,8
Portugal		4,3	4,4	4,2

Quadro 7. Principais Nacionalidades de utentes no HFF. Valor percentual dos Episódios e Episódios por utente ocorridos no HFF em 2008

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).

Verifica-se ainda que, numa comparação do tipo de episódio de utentes de nacionalidade Portuguesa e utentes com nacionalidade destes quatro países, os utentes com nacionalidade Portuguesa vão mais vezes ao ambulatório, enquanto que os utentes de nacionalidade angolana, brasileira, cabo-verdiana ou guineense vão mais vezes à urgência (principalmente brasileiros) e ao internamento (principalmente guineenses) (quadro 8).

	Percentagem no total de episódios com utentes de nacionalidade estrangeira (%)			Percentagem por tipo de episódio (%)		
	Ambulatório	Internamento	Urgência	Ambulatório	Internamento	Urgência
Angola	25,4	23,4	22,0	63,7	5,1	31,1
Brasil	13,2	15,9	20,4	50,6	5,3	44,0
Cabo Verde	25,2	25,3	22,1	63,2	5,5	31,2
Guiné Bissau	11,3	11,8	11,1	60,8	5,6	33,7
Média (utentes de nacionalidade estrangeira)				60,6	5,3	34,1
Portugal				67,3	5,1	27,6

Quadro 8. Principais Nacionalidades de utentes no HFF. Peso no total de episódios e por tipo de episódio.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008).

#### 6.2.4.1. Acessibilidade dos Utentes

Segundo a literatura, a utilização dos serviços de saúde diminui com o aumento da distância (Santana, 1995). Este facto verifica-se na área de influência do HFF: o número de utentes diminui com o aumento do tempo de deslocação ao HFF (quadro 9 e figura 31).

Acessibilidade ao HFF (minutos)	Transporte Individual	Transporte Público
	Nº de Utentes do HFF (2008)	
< 10	19.423	9.189
10 - 19	85.537	47.273
20 - 29	33.436	48.257
30 - 39	19.267	17.525
40 - 49	6.066	20.391
50 - 59	3.517	14.617
>= 60	1.171	11.165
Total	168.417	168.417

Quadro 9. Total de utentes por intervalo de tempo necessário na deslocação ao HFF segundo o meio de deslocação.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF (2008) e ESRI (2010).

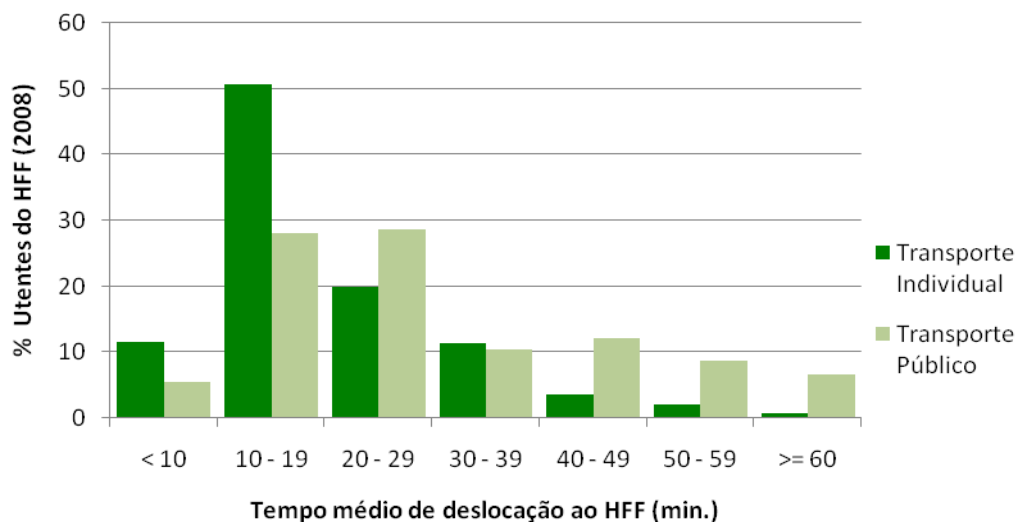


Figura 31. Valor percentual de utentes por intervalo de tempo necessário na deslocação ao HFF segundo o meio de deslocação.

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF (2008) e ESRI (2010).

A análise da acessibilidade, tendo em conta o recurso ao transporte individual, permite verificar que 62,3% dos utentes residem a menos de 20 minutos do HFF, 17,8% a mais de meia hora e a mais de uma hora localizam-se 0,7% dos utentes. Tendo em conta o recurso ao transporte público, verifica-se que, 33,5% dos utentes reside menos de 20 minutos do HFF, a mais de meia hora residem 37,8% dos utentes atendidos no HFF em 2008 e 6,6% residem a mais de uma hora.

Analisando a relação entre o tempo médio de deslocação ao HFF em transporte individual e as variáveis demográficas relativas aos utentes que foram a este Hospital em 2008, verifica-se que

existe uma correlação fraca negativa significativa entre as variáveis, isto é, conforme aumenta o tempo de deslocação, diminui o número de utentes (quadro 10). No entanto, devido ao facto de se verificar um aumento no total de residentes entre os níveis de acessibilidade <10 minutos e 10-19 minutos, esta correlação é fraca.

	Correlação	p-value	Interpretação
Total de Utes	-0.3557	0.0000	Fraca negativa significativa
Utes do sexo feminino	-0.3573	0.0000	Fraca negativa significativa
Utes do sexo masculino	-0.3491	0.0000	Fraca negativa significativa
Utes com idade inferior a 14 anos	-0.3572	0.0000	Fraca negativa significativa
Utes com idade entre os 15 e os 64 anos	-0.3688	0.0000	Fraca negativa significativa
Utes com mais de 65 anos	-0.2650	0.0000	Fraca negativa significativa

Quadro 10. Correlação entre o tempo médio até ao HFF e variáveis demográficas relativas aos utentes

Fonte: elaborado com base nos dados dos utentes do HFF(2008) e ESRI (2010).

Nota: neste quadro estão apenas expressas as correlações com significância (p-value <= 0,05), realizadas com base no Coeficiente de Correlação de Spearman.

Analisando a relação entre o tempo médio de deslocação ao HFF em transporte individual e as variáveis demográficas relativas aos episódios ocorridos neste Hospital, em 2008, verifica-se que existe uma correlação moderada negativa significativa, quer ao nível do total de episódios como ao nível do total de episódios por sexo, significando que o número de episódios ocorridos é “explicável” pelo tempo necessário para chegar ao HFF: quanto maior o tempo de deslocação dos utentes menor o numero de episódios ocorridos, principalmente de ambulatório (quadro 11).

	Correlação	p-value	Interpretação
Total de Episódios	-0,451	0,011	Moderada negativa significativa
Total de Episódios do sexo feminino	-0,452	0,011	Moderada negativa significativa
Total de Episódios do sexo masculino	-0,448	0,012	Moderada negativa significativa
Total de episódios de ambulatório	-0,466	0,008	Moderada negativa significativa

Quadro 11. Correlação entre o tempo médio até ao HFF e variáveis demográficas relativas aos episódios.

Fonte: elaborado com base nos dados dos episódios ocorridos no HFF (2008) e ESRI (2010).

Nota: neste quadro estão apenas expressas as correlações com significância (p-value <= 0,05), realizadas com base no Coeficiente de Correlação de Spearman.

### 6.2.5. Análise Espacial dos critérios de localização

A identificação de localizações que correspondam aos critérios anteriormente identificados (ponto 6.1.5) - existência de terreno livre com mais de 4ha, proximidade à rede viária principal, rede de transporte público, equipamentos de segurança e heliporto, baixo declive e exposição a Sul ou a Nascente nos concelhos de Amadora e Sintra - deu origem a uma espacialização de locais potenciais para a construção do FHS. Uma vez que foi utilizado o sistema de pesos para identificação dos mesmos, foi definido um índice cujo valor máximo (28) indica as áreas que correspondem a todos os critérios (a verde na figura) e cujo valor mínimo indica as áreas que correspondem a apenas um critério (1) (a vermelho na figura). De referir que não se identificou qualquer local que não registasse, no mínimo, um critério de localização (figura 32).

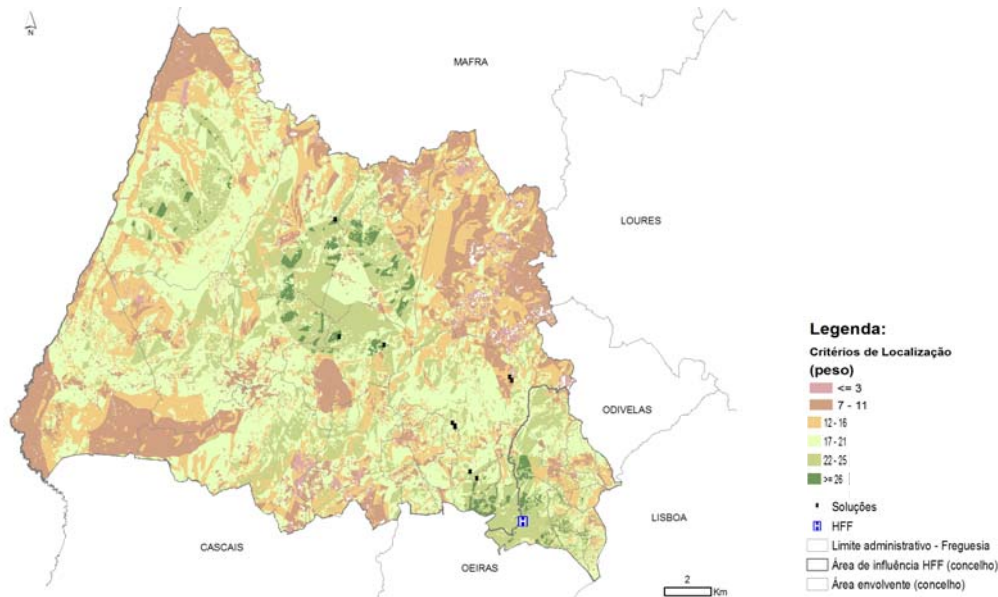


Figura 32. Locais candidatos a localização do novo Hospital, tendo em conta o número de critérios de localização a que correspondem.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), CAOP (2010), CM Sintra (2000), CM Amadora (2003), RISE (2010), PAI (2010), CP (2010), Metropolitano de Lisboa (2010), Vimeca (2010), Scotturb (2010), Mafrense (2010) e Carris (2010).

Nota: a verde escuro encontram-se os locais com maior peso dos critérios de localização, enquanto que a vermelho escuro encontram-se os locais com menor peso dos critérios de localização, isto é, a passagem dos tons vermelhos escuros para os tons verde escuros prende-se com o total de peso de cada critério de localização a que responde.

A maioria dos critérios de localização estão dispersos pelo território em análise, explicando a não existência de lugares que não correspondam a, pelo menos, um critério. No entanto, a utilização do critério de proximidade ao heliporto e a serviços de segurança (Bombeiros, GNR e PSP) conduz à concentração de locais-candidatos. Aliás, em mais de metade do território (58,6%) o peso dos critérios de localização é igual ou inferior a 17, sendo que com um peso superior a 20 se encontra 28,2% do território.

As áreas que obtiveram um índice superior a 25 encontram-se em praticamente todas as freguesias, nomeadamente em São João de Lampas, Terrugem, Pêro Pinheiro, Santa Maria e São Miguel, Algueirão-Mem Martins, Queluz, Belas, Montelavar, Massamá, Monte Abraão, Alfragide, Buraca, Damaia, Falagueira, Mina, Reboleira, Venda Nova e Venteira.



#### 6.2.6. Cenários de localização óptima

A modelação de 22 cenários conduziu à localização de 22 soluções. Estes cenários são distintos pelo tipo de procura – procura potencial (população residente) ou procura expressa (utentes) e pelos critérios de localização. Assim, foram modelados: a) dois cenários tendo em conta apenas a distância entre os pontos-candidatos e os pontos de procura (cenários 2 e 4); b) dois cenários que tiveram em conta o total de residentes/utentes existentes em todos os pontos de

procura (cenário 1 e 3); c) catorze cenários em que os locais candidatos tinham de estar em áreas que correspondessem a um critério de localização definido – existência de terreno livre, declive baixo, exposição solar a Sul ou Nascente e proximidade à rede viária principal, à rede de transporte público, a um heliporto ou a um equipamento de segurança como os Bombeiros, PSP e GNR - (cenários 5 a 18); d) dois cenários em que os locais candidatos à instalação do equipamento se encontram em áreas que correspondam a todos os sete critérios analisados (cenários 19 e 20); e) dois cenários em que os locais candidatos se encontram em áreas que correspondem aos três critérios considerados mais importantes – existência de terreno livre e proximidade à rede viária principal e a um heliporto - (cenários 21 e 22).

Algumas dos cenários estão contidos em critérios de localização que não o utilizado como base para a sua construção (quadro 12).

Cenário	Critérios de Localização							Solução
	Terreno livre	Rede Viária Principal	Heliporto	Topografia	Exposição	Rede Transporte Público	Bombeiros, GNR ou PSP	
Cenário 1								A
Cenário 5								
Cenário 7								
Cenário 11								
Cenário 13								
Cenário 15								
Cenário 2*								B
Cenário 17								
Cenário 3								C
Cenário 4*								D
Cenário 6								E
Cenário 8								F
Cenário 12								
Cenário 14								
Cenário 16								
Cenário 18								
Cenário 9								G
Cenário 10								H
Cenário 20								
Cenário 21								
Cenário 19								I
Cenário 22								J

Legenda:  Cenário construído com base no critério  Cenário contido no critério

Quadro 12. Cenários tendo em conta os critérios de localização em que estão contidos.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), CAOP (2010), CM Sintra (2000), CM Amadora (2003), RISE (2010), PAI (2010), CP (2010), Metropolitano de Lisboa (2010), Vimeca (2010), Scotturb (2010), Mafrense (2010) e Carris (2010).

(\*) cenários em que apenas se avaliou a distância e não se teve em conta a distribuição dos residentes/utentes.



De facto, em média, cada cenário corresponde a 5,4 critérios, sendo que o cenário 4 apenas corresponde a dois critérios de localização e os cenários 10, 19, 20 e 21 correspondem a todos os critérios analisados.

De notar que todas as soluções dos cenários localizam-se na proximidade de equipamentos de segurança – o critério com menor peso –, com excepção do cenário 22. Pelo contrário, o critério de localização relativo à proximidade ao heliporto apenas aparece quando entra na identificação dos dados de entrada utilizados na modelação do próprio cenário.

Alguns dos cenários levaram à mesma localização. Deste modo, os 22 cenários foram agregados em 10 soluções: A. Cenário 1, 5, 7, 11, 13 e 15; B. Cenário 2 e 17; C. Cenário 3; D. Cenário 4; E. Cenário 6; F. Cenário 8, 12, 14, 16 e 18; G. Cenário 9; H. Cenário 10, 20 e 21; I. Cenário 19; J. Cenário 22<sup>35</sup> (figura 32).

De referir que os cenários que deram origem à solução F têm todos por base a população residente, enquanto que os cenários que deram origem à solução A têm todos por base a distribuição dos utentes.

A solução H encontra-se numa área que corresponde a todos os critérios de localização analisados, enquanto que a solução D apenas corresponde a dois critérios.

Verifica-se a predominância de soluções nas freguesias de Belas (soluções A, B e D), Agualva (soluções C, E e F), Algueirão-Mem Martins (solução I e J), Terrugem (solução H) e Monte Abraão (solução G), correspondendo a terrenos vazios ou em tecido urbano disperso. A solução B corresponde a um espaço urbano consolidado, pelo que apesar de ser uma solução ótima, é inviabilizada pela inexistência de área edificável (figura 33). Por outro lado, a maioria das soluções têm localizações próximas da rede viária principal, nomeadamente nas soluções A, G e H.

Em termos de distância ao HFF, a solução H é a que fica mais distante, enquanto que a solução G é a mais próxima.

#### **6.2.7. Avaliação de Soluções identificadas nos Cenários**

A avaliação das soluções foi realizada com base na distribuição da procura potencial por níveis de acessibilidade ao HFF e à solução, de modo a verificar a existência de ganhos ou perdas de acessibilidade geográfica - em transporte individual ou público - para a população.

Uma vez que o aparecimento de uma nova Unidade de Saúde altera a procura expressa às Unidades de Saúde da área de influência, não se considerou pertinente a análise da distribuição dos utentes do HFF por níveis de acessibilidade.

---

<sup>35</sup> Uma vez que os vários cenários foram agregados, passar-se-á a indicar a letra relativa ao agrupamento de cenários, ou solução, ao invés do número do cenário.

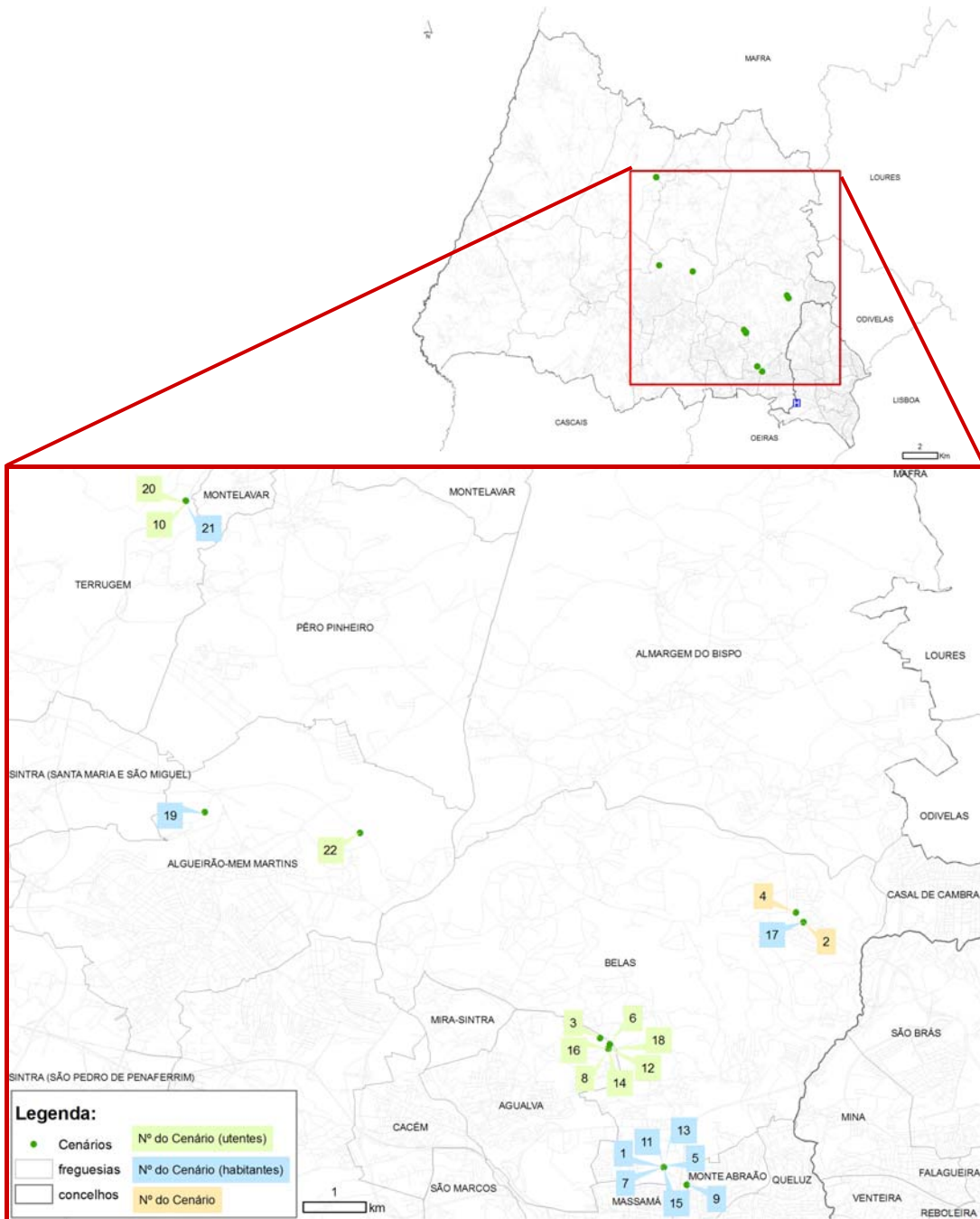


Figura 33. Localização Ótima segundo os Cenários modelados.  
Fonte: elaborado com base em ESRI (2010) e CAOP (2010).

Em cada uma das soluções já se encontra inerente a existência do HFF, uma vez que a sua localização pré-existente foi um dos dados de entrada na modelação dos cenários.



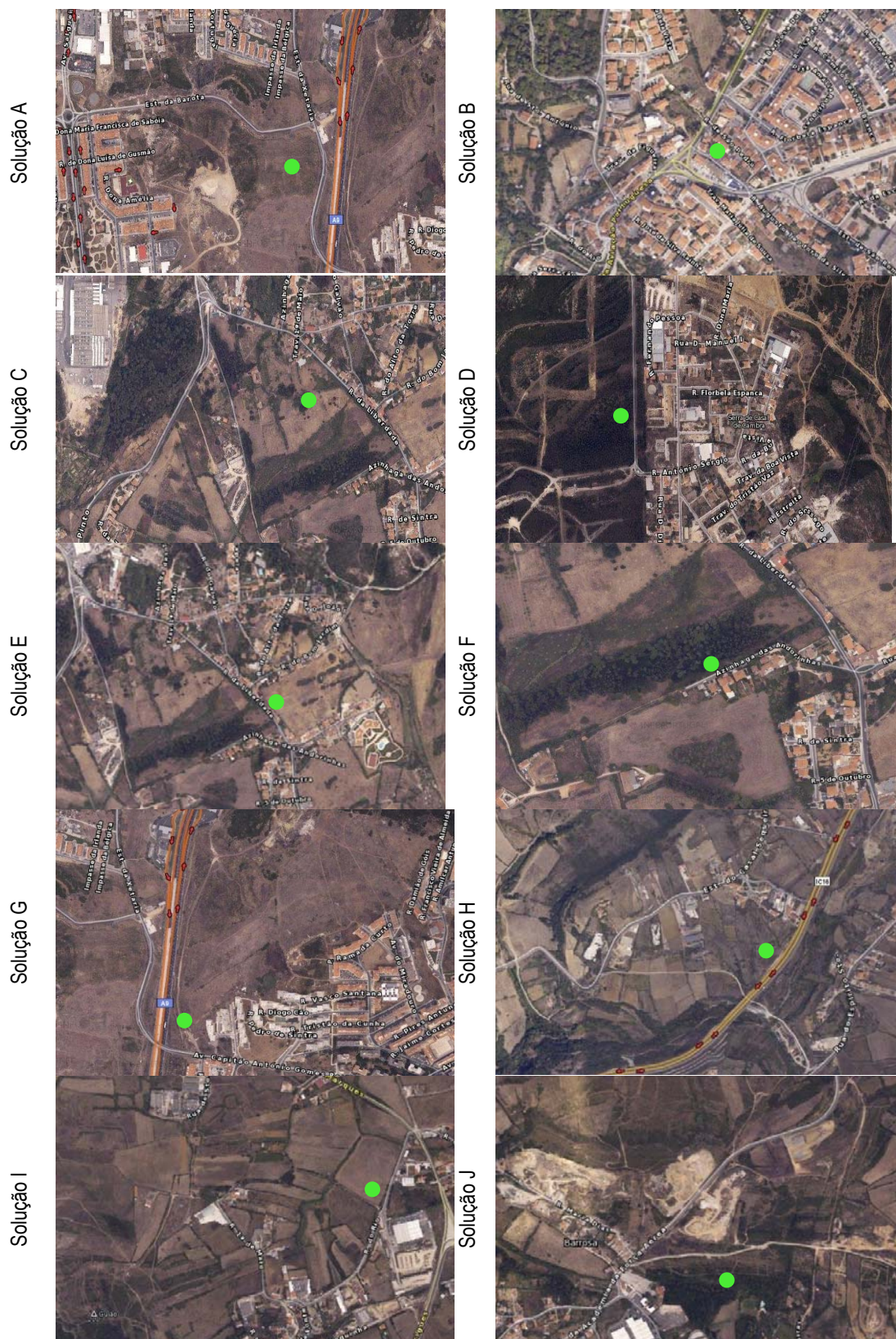


Figura 34. Imagem de satélite da localização da solução segundo os cenários modelados.  
Fonte: elaborado com base em Sapo (2010).

### 6.2.7.1. Avaliação de soluções tendo em conta a acessibilidade em transporte individual

Numa análise dos quantitativos populacionais por nível de acessibilidade, numa deslocação em transporte individual, verifica-se que é na solução E que mais residentes se encontram a menos de 10 minutos do HFF ou da localização óptima, enquanto que a solução C é a que possui mais residentes entre 10 e 19 minutos de uma das duas Unidades (quadro 13).

Nível de Acessib. (min.)		Situação Actual	Solução A	Solução B	Solução C	Solução D	Solução E	Solução F	Solução G	Solução H	Solução I	Solução J
<10	Nº	77.234	161.814	81.535	158.360	82.385	162.302	158.979	158.078	83.605	121.917	94.820
	%	12,5	26,2	13,2	25,6	13,3	26,3	25,7	25,6	13,5	19,7	15,3
10 - 19	Nº	307.311	256.596	314.098	342.924	314.775	340.274	338.715	269.188	375.496	416.910	427.610
	%	49,7	41,5	50,8	55,5	50,9	55,1	54,8	43,6	60,8	67,5	69,2
20 - 29	Nº	162.627	142.787	155.426	79.716	154.136	82.038	85.058	135.615	145.823	69.258	74.307
	%	26,3	23,1	25,2	12,9	24,9	13,3	13,8	21,9	23,6	11,2	12,0
30 - 39	Nº	38.613	30.172	41.150	21.737	41.122	22.313	23.366	28.816	11.750	8.736	18.785
	%	6,2	4,9	6,7	3,5	6,7	3,6	3,8	4,7	1,9	1,4	3,0
40 - 49	Nº	22.066	20.761	15.301	2.352	15.054	807	722	20.012	1.245	1.019	2.345
	%	3,6	3,4	2,5	0,4	2,4	0,1	0,1	3,2	0,2	0,2	0,4
50 - 59	Nº	9.812	5.770	9.907	12.813	9.879	10.167	11.061	6.165	20	20	55
	%	1,6	0,9	1,6	2,1	1,6	1,6	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0
>= 60	Nº	319	82	565	81	630	81	81	108	42	122	58
	%	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Quadro 13. HFF+Solução: População Residente (2008) por nível de acessibilidade – transporte individual.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Tendo em conta a população a menos de 30 minutos do HFF ou da localização óptima, verifica-se que é a solução I a que apresenta melhores resultados, uma vez que 98,4% da população se encontra neste intervalo temporal. Mas, tal deve-se ao facto de 87,2% da população residente se encontrar entre 10 e 19 minutos de uma das Unidades de Cuidados de Saúde Hospitalares.

Analisando a distribuição da população residente, em 2008, por níveis de acessibilidade, verifica-se que a implementação de qualquer uma das soluções, em conjugação com o HFF, iria trazer maior acessibilidade à população. No entanto, se na solução D o ganho de acessibilidade a menos de 10 minutos é de 6,3% (mais 5.151 residentes a menos de 10 minutos), na solução E esse ganho é de 52,4% (mais 85.068 residentes a menos de 10 minutos) (quadro 14).

As soluções B e D além de apresentarem ganhos de acessibilidade a menos de 10 minutos também apresentam perdas de acessibilidade nos intervalos 20-29 minutos e 40-49 minutos, o que significa que residem mais habitantes nestes intervalos de tempo, comparativamente à situação actual. O mesmo acontece nas soluções B, C, D, E e F no nível de acessibilidade entre 50 e 59 minutos. Em contrapartida, as soluções H e J são as que apresentam as maiores quebras

de quantitativos populacionais a mais de 60 minutos e as soluções H e I as que apresentam as maiores quebras entre 50 a 59 minutos; quando comparadas com a situação actual (quadro 14).

Nível de Acessib. (min.)	Solução A	Solução B	Solução C	Solução D	Solução E	Solução F	Solução G	Solução H	Solução I	Solução J
<10	52,3	5,3	51,2	6,3	52,4	51,4	51,1	7,6	36,6	18,5
10 - 19	-19,8	2,2	10,4	2,4	9,7	9,3	-14,2	18,2	26,3	28,1
20 - 29	-13,9	-4,6	-104,0	-5,5	-98,2	-91,2	-19,9	-11,5	-134,8	-118,9
30 - 39	-28,0	6,2	-77,6	6,1	-73,1	-65,3	-34,0	-228,6	-342,0	-105,6
40 - 49	-6,3	-44,2	-838,2	-46,6	-2634,0	-2954,7	-10,3	-1672,7	-2065,0	-840,8
50 - 59	-70,0	1,0	23,4	0,7	3,5	11,3	-59,2	-48957,9	-48957,9	-17714,1
>=60	-289,9	43,4	-296,1	49,3	-296,1	-296,1	-195,8	-651,7	-160,9	-445,6

Quadro 14. HFF + Solução: Ganhos e Perdas (%) de População Residente (2008) por níveis de acessibilidade – transporte individual.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Nota: a verde encontram-se as soluções que registam mais residentes por nível de acessibilidade em relação à situação actual, enquanto que a vermelho encontram-se as soluções que registam menos residentes por nível de acessibilidade em relação à situação actual.

De todas as soluções, a que apresenta maior equilíbrio em termos populacionais entre Unidades é a solução J, sendo maior o número de residentes alocados ao HFF que à localização óptima. Pelo contrário, a solução que apresenta maior desequilíbrio é a D, a qual afecta mais residentes à localização óptima que ao HFF (quadro 15). De referir que em metade das soluções, a localização óptima afecta mais residentes que o HFF (solução A, C, D, F e G), o que se deve à localização periférica do HFF em relação à sua área de influência.

	HFF	Localização Óptima
Situação Actual	617.973	-
Solução A	214.183	403.799
Solução B	556.953	61.029
Solução C	239.950	378.031
Solução D	59.021	558.960
Solução E	380.345	237.636
Solução F	237.605	380.376
Solução G	211.994	405.988
Solução H	452.463	165.518
Solução I	411.342	206.639
Solução J	376.404	241.577

Quadro 15. HFF + Solução: População Residente (2008) afecta por Unidade de Saúde Hospitalar.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Tendo em conta a melhoria da acessibilidade da população, o equilíbrio em termos populacionais entre Unidades e o facto de que o FHS será uma sub-estrutura do HFF - de modo a permitir diminuir a pressão que a população exerce sobre este -, a localização óptima do novo Hospital será a solução E.

De facto, com a implementação do FHS nesta localização praticamente toda a população passa a ter boa acessibilidade em transporte individual (81,4% da população a menos de 20



minutos), enquanto que actualmente esse valor não chega aos 65%. Deste modo, passa a haver uma melhoria de acessibilidade para 19,2% da população.

Esta solução localiza-se na freguesia de Agualva (Sintra), muito próximo da freguesia de Belas, sendo resultante da modelação do cenário 6, o qual teve em conta as áreas de código postal que possuíssem terrenos vazios com mais de 4ha e a distribuição dos utentes que se deslocaram ao HFF em 2008. De todos os critérios de localização analisados, a solução E apenas não se encontra próximo de nenhum heliporto, estando próximo da rede viária principal, da rede de transporte público e de equipamentos de segurança, para além de o declive do terreno ser pouco acentuado e ter uma exposição solar boa.

#### 6.2.7.2. Avaliação de soluções tendo em conta a acessibilidade em transporte público

Numa análise dos quantitativos populacionais, por nível de acessibilidade, numa deslocação em transporte público, verifica-se que é na solução A que mais residentes se encontram a menos de 10 minutos do HFF ou da localização óptima (70.185 residentes), enquanto que a solução C é a que possui mais residentes entre 10 e 19 minutos de uma das duas Unidades (266.101 residentes) (quadro 16).

Nível de Acessib. (min.)		Situação Actual	Solução A	Solução B	Solução C	Solução D	Solução E	Solução F	Solução G	Solução H	Solução I	Solução J
<10	Nº	25.414	70.185	25.866	46.629	25.866	46.902	42.227	57.214	25.414	25.517	25.709
	%	4,1	11,4	4,2	7,5	4,2	7,6	6,8	9,3	4,1	4,1	4,2
10 a 20	Nº	155.290	189.413	155.532	266.101	155.322	264.564	255.577	150.442	154.861	158.678	165.791
	%	25,1	30,7	25,2	43,1	25,1	42,8	41,4	24,3	25,1	25,7	26,8
20 a 30	Nº	152.092	119.515	151.936	181.030	152.631	181.655	193.632	151.489	151.758	263.491	264.594
	%	24,6	19,3	24,6	29,3	24,7	29,4	31,3	24,5	24,6	42,6	42,8
30 a 40	Nº	83.648	146.035	83.793	63.246	82.741	63.841	63.937	75.896	90.669	95.702	87.508
	%	13,5	23,6	13,6	10,2	13,4	10,3	10,3	12,3	14,7	15,5	14,2
40 a 50	Nº	84.114	33.994	84.364	16.952	85.334	15.736	15.407	117.298	86.620	26.863	26.365
	%	13,6	5,5	13,7	2,7	13,8	2,5	2,5	19,0	14,0	4,3	4,3
50 a 60	Nº	65.334	20.737	64.392	19.343	63.647	20.272	20.007	16.460	63.286	17.509	18.056
	%	10,6	3,4	10,4	3,1	10,3	3,3	3,2	2,7	10,2	2,8	2,9
>= 60	Nº	52.089	38.102	52.098	24.682	52.440	25.003	27.195	49.183	45.374	30.222	29.959
	%	8,4	6,2	8,4	4,0	8,5	4,0	4,4	8,0	7,3	4,9	4,8

Quadro 16. HFF+Solução: População Residente (2008) por nível de acessibilidade – transporte público.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Tendo em conta a população a menos de 30 minutos do HFF ou da localização óptima, verifica-se que é a solução C a que apresenta melhores resultados, uma vez que 79,9% da população encontra-se neste intervalo temporal.

Analisando a distribuição da população residente, em 2008, por níveis de acessibilidade, verifica-se que a implementação de qualquer uma das soluções, em conjugação com o HFF, iria trazer maior acessibilidade à população. No entanto, se na solução I o ganho de acessibilidade a menos de 10 minutos é de 0,4% (mais 103 residentes a menos de 10 minutos), na solução A esse ganho é de 63,8% (mais 44.771 residentes a menos de 10 minutos) (quadro 17).

Nível de Acessib. (min.)	Solução A	Solução B	Solução C	Solução D	Solução E	Solução F	Solução G	Solução H	Solução I	Solução J
<10	63,8	1,7	45,5	1,7	45,8	39,8	55,6	0,0	0,4	1,1
10 a 19	18,0	0,2	41,6	0,0	41,3	39,2	-3,2	-0,3	2,1	6,3
20 a 29	-27,3	-0,1	16,0	0,4	16,3	21,5	-0,4	-0,2	42,3	42,5
30 a 39	42,7	0,2	-32,3	-1,1	-31,0	-30,8	-10,2	7,7	12,6	4,4
40 a 49	-147,4	0,3	-396,2	1,4	-434,5	-446,0	28,3	2,9	-213,1	-219,0
50 a 59	-215,1	-1,5	-237,8	-2,7	-222,3	-226,6	-296,9	-3,2	-273,2	-261,9
>= 60	-36,7	0,0	-111,0	0,7	-108,3	-91,5	-5,9	-14,8	-72,4	-73,9

Quadro 17. HFF + Solução: Ganhos e Perdas (%) de População Residente (2008) por níveis de acessibilidade – transporte individual.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

Nota: a verde encontram-se as soluções que registam mais residentes por nível de acessibilidade em relação à situação actual, enquanto que a vermelho encontram-se as soluções que registam menos residentes por nível de acessibilidade em relação à situação actual.

A solução G, apesar de apresentar ganhos de acessibilidade a menos de 10 minutos, também apresenta perdas de acessibilidade entre 40 e 49 minutos, o que significa que residem mais habitantes nesse intervalo, comparativamente à situação actual. Em contrapartida, as soluções C e E são as que apresentam as maiores quebras de quantitativos populacionais a mais de 60 minutos e as soluções F e I as que apresentam as maiores quebras entre 50 e 59 minutos; quando comparadas com a situação actual (quadro 17).

De todas as soluções, a que apresenta maior equilíbrio, em termos populacionais, entre Unidades é a solução E, sendo maior o número de residentes alocados ao HFF que à localização óptima. Pelo contrário, a solução que apresenta maior desequilíbrio é a B, a qual afecta mais residentes ao HFF que à localização óptima (quadro 18). De referir que, ao contrário do que aconteceu na análise das soluções tendo em conta a deslocação em transporte individual, na maior parte das soluções, o HFF afecta mais residentes que a localização óptima. A única excepção é a solução E.

Apesar de a solução A afectar mais residentes ao FHS que ao HFF, com uma diferença na ordem dos 91.698 residentes, esta é a melhor localização para o FHS, tendo em conta a acessibilidade da população em transporte público e a manutenção das actuais linhas de transporte rodoviário. De facto, com a implementação do FHS nesta localização, 42% da população passa a estar a menos de 20 minutos de uma das Unidades, enquanto que actualmente esse valor é de 25,1%. Deste modo, há uma melhoria de acessibilidade para 16,9% da população que assim passa a estar mais próximo de uma das Unidades de Saúde.

	HFF	Localização Óptima
Situação Actual	617.973	-
Solução A	263.142	354.840
Solução B	597.778	20.203
Solução C	321.756	296.226
Solução D	597.417	20.565
Solução E	321.756	296.225
Solução F	324.834	293.149
Solução G	232.687	385.295
Solução H	573.780	44.202
Solução I	431.351	186.630
Solução J	422.549	195.433

Quadro 18. HFF + Solução: População Residente (2008) afectada por Unidade de Saúde Hospitalar.  
Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

A solução A localiza-se na freguesia de Belas (Sintra), próximo das freguesias de Monte Abraão e Massamá. Esta foi a localização óptima identificada por seis cenários distintos, sendo que num dos cenários não foi tido em conta nenhum critério de localização mas apenas a distribuição da população (cenário 1) e nos restantes teve-se em conta um critério de localização (cenário 5: terreno superior a 4ha; cenário 7: proximidade à rede viária principal; cenário 11: declive inferior a 10%; cenário 13: exposição solar; cenário 15: proximidade à rede de transporte público); todos eles baseados na distribuição da população residente, em 2008. Também neste caso a solução A apenas não se encontra próximo do heliporto.

### 6.2.7.3. Discussão dos Resultados da avaliação

A avaliação das soluções de localização óptima para o FHS permitiu reduzir 10 soluções em duas – solução E e solução A -, consideradas as melhores tendo em conta a acessibilidade em transporte individual e em transporte público, respectivamente. Contudo, é necessário identificar qual das duas é a localização óptima.

Comparando as soluções A e E, tendo em conta a acessibilidade em transporte individual, verifica-se que a solução E permite que mais residentes fiquem a menos de 20 minutos. De facto, se actualmente 62,2% da população está a menos de 20 minutos do HFF, com a implementação do FHS na solução A esse valor seria de 67,7% e na solução E já seria de 81,3%, isto é, com a solução A apenas haveria uma melhoria da acessibilidade para 33.865 residentes, enquanto que com a solução E essa melhoria seria para 118.031 residentes (figura 35 e 36). Enquanto que a solução E apresenta um ganho de acessibilidade de 9,7% no intervalo 10 a 19 minutos, a solução A apresenta uma perda de acessibilidade de 19,8% no mesmo intervalo.

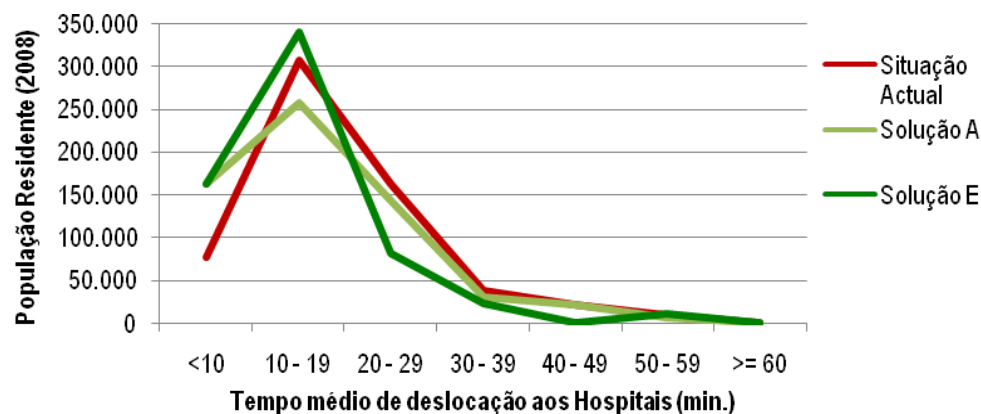


Figura 35. População Residente (2008) por níveis de acessibilidade em transporte individual aos Hospitais HFF e FHS.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

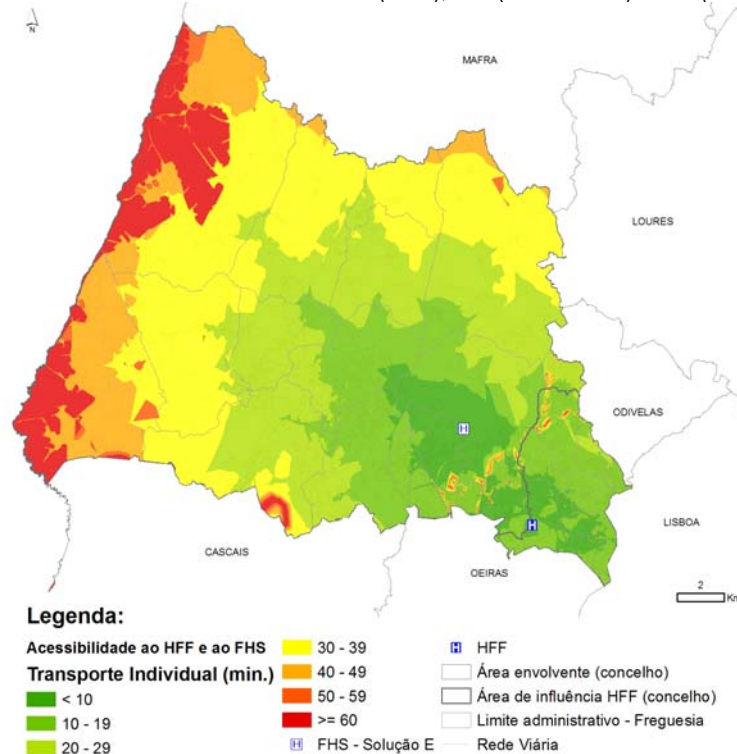


Figura 36. Acessibilidade em transporte individual ao HFF e à Solução E.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais com melhor acessibilidade enquanto que a vermelho encontram-se os locais com pior acessibilidade.

Comparando os ganhos de acessibilidade em transporte público das soluções A e E, verifica-se que a solução A apresenta um ganho de acessibilidade a menos de 10 minutos de 63,8% (mais 44.771 residentes) quando comparado com a situação actual, enquanto que o cenário E apresenta um ganho de acessibilidade de 45,8% (mais 21.488 residentes). No entanto, numa análise da acessibilidade a menos de 20 minutos esta situação inverte-se: se na solução A 42% da população reside a menos de 20 minutos, na solução E esse valor é de 50,4%; o que representa

uma melhoria de acessibilidade para 130.762 residentes quando comparado com a situação actual (figuras 37 e 38).

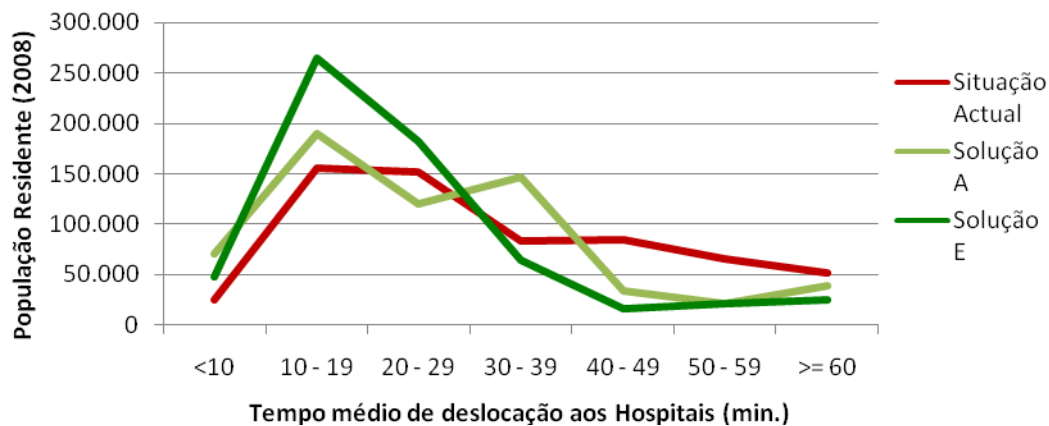


Figura 37. População Residente (2008) por níveis de acessibilidade em transporte público aos Hospitais HFF e FHS.

Fonte: elaborado com base em ESRI (2010), IGP (2000 e 2006) e INE (2001, 2006 e 2008).

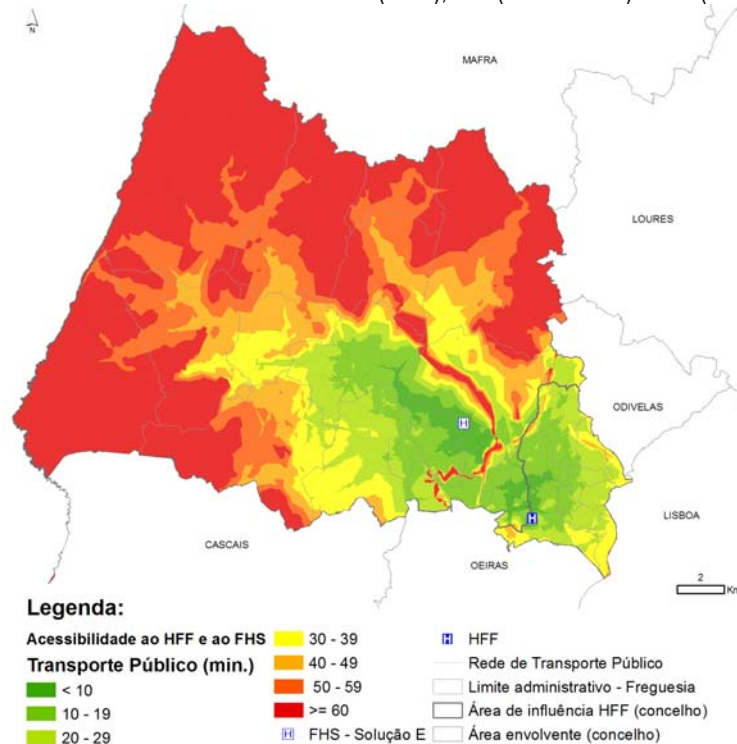


Figura 38. Acessibilidade em transporte público ao HFF e à Solução E.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais com melhor acessibilidade enquanto que a vermelho encontram-se os locais com pior acessibilidade

Assim, da análise de ambas as soluções depreende-se que a solução E é a localização óptima para o FHS. Aliás, analisando a interacção do FHS com o HFF e as Unidades de Cuidados de Saúde Hospitalares que se localizam próximo dos concelhos de Amadora e Sintra, verifica-se que 90,2% dos residentes passa a ter maior acessibilidade geográfica a uma destas duas



Unidades que a um Hospital exterior, dos quais 57,9% ficam afectos à nova Unidade. De facto, com a construção do FHS, há 6.359 habitantes que passam a estar mais próximo do FHS ou do HFF, a maioria dos quais se encontra actualmente mais próximo do Hospital de Cascais. Com a nova estruturação dos Cuidados de Saúde Hospitalares nestes dois concelhos, os 9,8% da população que ainda se encontra mais próximo de outro Hospital que não o HFF ou o FHS distribui-se pelo Hospital de Cascais (2,2%), o Hospital Pulido Valente (3,5%), o futuro Hospital de Loures<sup>36</sup> (1,7%), o Hospital São Francisco Xavier (1,5%), o Hospital Santa Maria (0,9%) e o Hospital Santa Cruz (0,02%) (quadro 20 e figura 39).

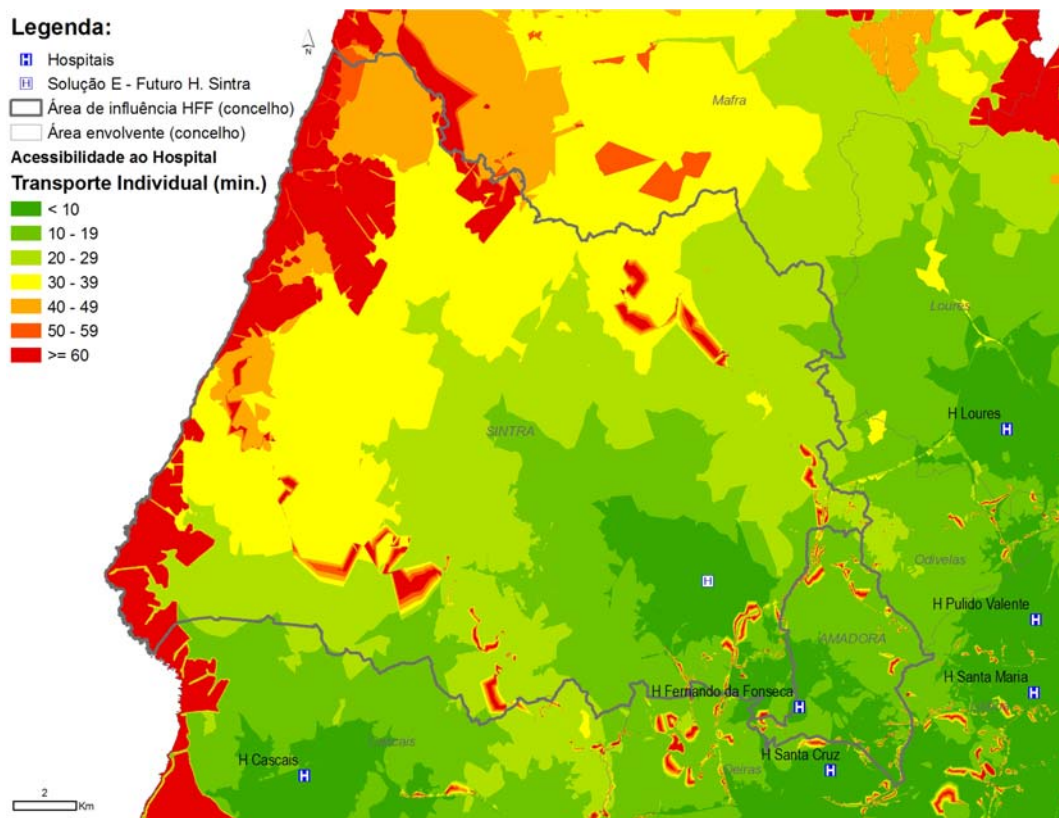


Figura 39. Área de acessibilidade ao FHS e aos Hospitais da Área Metropolitana de Lisboa

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010) e Portal da Saúde (2010).

Nota: A verde encontram-se os locais mais próximos de um Hospital e a vermelho os locais que necessitam de mais tempo para se deslocar ao Hospital mais próximo.

## 7. CONCLUSÃO

A localização de um novo equipamento deve ser o resultado da aplicação de métodos objectivos que permitam a fundamentação rigorosa na selecção de um local.

<sup>36</sup> Apesar de ainda estar em construção, foi considerado oportuno analisar a acessibilidade geográfica ao mesmo, de modo a identificar o seu potencial impacte na utilização do HFF.

Intervalo de tempo (min.)	População Residente (2008)							Total
	< 10	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	> 60	
H. Fernando da Fonseca	77.313	121.074	941	230	-	-	-	199.558
Futuro H. Sintra	83.680	182.487	69.344	14.421	5.698	1.701	494	357.825
H. Cascais	-	2.035	5.137	6.063	430	22	7	13.694
H. Pulido Valente	-	21.377	-	-	-	-	-	21.377
H. Loures	-	-	3	-	105	10.285	-	10.393
H. S. Francisco Xavier	4.181	4.769	-	-	-	446	-	9.396
H. Santa Maria	-	4.359	1.254	-	-	-	-	5.613
H. Santa Cruz	-	114	-	-	-	-	-	114

Quadro 19. População que reside na área de influência do HFF e do FHS mas que se encontra mais próxima de outro Hospital.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), IGP (2000,2006) e INE (2001, 2006 e 2008) e Portal da Saúde (2010).

Contudo, mais do que métodos, é necessário ter informação fidedigna, actual, correcta e relativa ao território em que se irá implantar o(s) novo(s) equipamento(s), de modo não só a melhor identificar a localização óptima mas também avaliar o seu impacte no território. Foi com base nesta premissa que se orientou toda a dissertação e se procurou definir metodologias de recolha de dados e modelação dos mesmos tendo em conta o melhor conhecimento da realidade, permitido atingir os objectivos definidos.

Por um lado – e uma vez que não era possível ter dados recentes sobre a distribuição da população e as estimativas de população só vão até ao nível do concelho -, utilizaram-se dados espaciais, como o uso do solo, para distribuir a estimativa de população em 2008, realizada pelo INE. Deste modo, foi possível identificar quais os locais que provavelmente irão registar um maior crescimento populacional no próximo Censos e identificar uma situação dual e contrastada em termos de crescimento populacional: Sintra a registar um forte aumento populacional, enquanto Amadora se encontra em retracção, sendo expectável a manutenção de ambas as tendências no futuro próximo.

Por outro lado, e de modo a perceber a utilização actual do HFF, aplicou-se uma metodologia já utilizada em vários estudos a nível internacional mas que se encontra ainda muito incipiente em Portugal - a utilização das bases de dados de utentes que foram ao HFF e a sua análise ao nível do código postal de 7 dígitos. Deste modo, foi possível, e sem descorar o segredo estatístico dos utentes<sup>37</sup>, identificar o papel da distância na utilização do HFF – quanto mais tempo se demora na deslocação, menos vezes o utente vai ao HFF – o valor percentual dos utentes na população residente – que quase não chega aos 50% e nas freguesias limítrofes a Lisboa a 20% - a primazia do sexo feminino – 55% - e a tipologia dos episódios – 67% de ambulatorio, 28% de urgência e 5% de internamento.

<sup>37</sup> As bases de dados dos utentes foram trabalhadas pelo serviço de informática do HFF de modo a que apenas tivesse acesso ao total de utentes por código postal de 7 dígitos.

Sendo o contexto um aspecto de tal importância num estudo de localização, não se pode limitar o mesmo a apenas uma escala macro ou micro. De facto, é necessário realizar uma análise a ambas as escalas e identificar possíveis interações entre equipamentos do mesmo tipo; o que permitiu, neste caso, verificar que cerca de 17% da população que reside na área de influência do HFF se encontra mais próximo de outro Hospital.

Ao nível dos critérios de localização, verificou-se que a legislação é de tal modo “estranguladora” ao apresentar 54 critérios de carácter espacial que foi necessário identificar apenas os mais importantes e modelar os mesmos. Deste modo, procurou-se analisar critérios que tivessem uma distribuição dispersa pelo território em análise ou que tivessem inerente a proximidade a equipamentos ou infra-estruturas relevantes para o funcionamento do próprio Hospital. Tendo em conta a hierarquização definida pelo Presidente da Administração do HFF, são importantes os critérios de existência de terreno com mais de 4ha livre de construção, a proximidade à rede viária principal, a proximidade a um heliporto, um declive pouco acentuado, uma exposição solar a Sul ou Nascente, a proximidade à rede de transporte público, e a proximidade a equipamentos de segurança como corporações de Bombeiros ou esquadras da PSP ou GNR.

Com base quer na população residente /utentes quer nos critérios de localização modelados, foi possível simular não só qual a localização óptima para a construção do FHS mas também afectar a população por Unidade de Saúde. Ao todo foram simulados 22 cenários, os quais são distintos pelo tipo de dados de entrada utilizados: cenários que apenas têm em conta a distância, cenários que têm em conta os critérios de localização e a distribuição da população residente e cenários que têm em conta os critérios de localização e a distribuição dos utentes.

Tendo em conta os critérios de localização analisados e o tamanho do território em questão, torna-se previsível que alguns dos cenários tenham dado a mesma localização óptima, pelo que os 22 cenários foram agrupados em 10 soluções distintas.

Através da análise da distribuição da população residente por níveis de acessibilidade ao HFF e a cada uma destas 10 soluções, foi possível identificar a localização óptima. Tendo em conta uma deslocação em transporte individual a localização óptima é a solução E e tendo em conta uma deslocação em transporte público a localização óptima é a solução A.

De facto, com a implementação do FHS na solução E, há uma melhoria da acessibilidade para 19,2% da população residente na área de influência do HFF, em transporte individual; enquanto que a implementação do FHS na solução A representaria uma melhoria da acessibilidade para 16,9% da população residente na área de influência do HFF, em transporte público.

No entanto, da contraposição de ambas as soluções, verificou-se que a solução E é a localização óptima para a construção do FHS, uma vez que é a que apresenta maiores ganhos quer na acessibilidade em transporte individual como público; para além de permitir uma melhor cobertura dos cuidados de saúde nos concelhos de Amadora e Sintra (90,2% da população a residir mais próximo de uma das duas Unidades que de outros Hospitais).

De referir ainda que a solução E resultou da modelação de um cenário que teve em conta a distribuição dos utentes que foram ao HFF em 2008 - tradutor da procura -, enquanto que a oferta foi definida pelas áreas de código postal de 7 dígitos que possuíam terreno livre para construção superior a 4ha. Ao nível dos critérios de localização analisados, esta solução preenche todos os critérios de localização, com excepção da proximidade a um heliporto.

De facto, a escolha de um local para construção de um novo equipamento depende em muito dos critérios utilizados para modelar a realidade e do próprio peso que é atribuído aos mesmos.

Por exemplo, a procura da equidade territorial, através da análise da distância dos locais de procura ao local que minimizasse a distância entre todos – os cenários que tiveram por base apenas os centróides das subsecções estatísticas e os centróides dos códigos postais de 7 dígitos -, resultou em duas localizações – soluções B e D - que, apesar de trazerem melhorias de acessibilidade para a população em relação à situação actual, não seriam as melhores opções para implementação do FHS. Estas apenas trariam uma melhoria de acessibilidade a menos de 20 minutos de 1,8% e 2%, respectivamente, tendo em conta a deslocação em transporte individual e 0,2% e 0,1%, respectivamente, tendo em conta a deslocação em transporte público.

O mesmo aconteceria caso se tivesse tido em conta todos os critérios de localização, ou os três mais importantes, principalmente devido ao facto de a proximidade ao heliporto ser o terceiro critério mais importante e não haver uma dispersão deste equipamento no território. De facto, da modelação dos dois cenários que tiveram em conta os sete critérios de localização e os dois cenários que tiveram em conta os três principais critérios de localização – terreno superior a 4ha livre, proximidade da rede viária principal e de um heliporto – resultaram as soluções H, I e J, as quais trariam melhor acessibilidade em transporte individual a menos de 20 minutos que a solução actual mas a mesma seria de apenas 12,1%, 25% e 22,3%, respectivamente. De referir que as soluções I e J apresentam um maior ganho a menos de 20 minutos que a solução E, identificada como a melhor, contudo, a menos de 10 minutos esse ganho seria apenas de 7,2% e 2,8%, enquanto que na solução E há um ganho para 13,8% da população. Ao nível da acessibilidade em transporte público, as soluções H, I e J apenas trariam uma melhoria da acessibilidade para 0%, 0,6% e 1,8% da população, respectivamente.

Deste modo se conclui que apenas a modelação de vários cenários e a sua avaliação através de um único critério poderá conduzir, de um modo bem fundamentado, à identificação da localização óptima para implementação de um novo equipamento.

### **7.1. Dificuldades e Limitações**

Houve vários aspectos que limitaram a abrangência pretendida, nomeadamente o facto de o Instituto Nacional de Estatística (INE) não possuir informação sociodemográfica actualizada à escala da subsecção estatística, o que levou à definição de uma metodologia que tem de ser analisada com alguma ressalva, pois não constitui mais que uma possível fotografia do território.

Também a impossibilidade de aceder à morada dos utentes dos Centros de Saúde dos concelhos de Amadora e Sintra, a partir da qual se iria analisar os totais de utentes por código postal de 7 dígitos, foi um entrave, uma vez que esses dados dariam uma imagem mais real da procura expressa dos cuidados de saúde nos concelhos de Amadora e Sintra.

Igualmente, não foi possível ter acesso aos dados sobre servidões e restrições públicas dos Municípios de Sintra e Amadora; pois o documento disponibilizado, em formato papel, encontra-se “esborratado”, não permitindo identificar pormenores.

Por outro lado, se na maioria dos estudos se pode analisar a rede viária tendo em conta a velocidade máxima permitida por tipo de via, o mesmo não pode ser aplicado de modo tão linear a um território com forte pressão populacional e automobilística onde a condução à velocidade máxima permitida não é possível em alguns períodos do dia. Contudo, apesar desta constatação, não existe qualquer estudo que permita avaliar qual o impacto do tráfego automóvel na velocidade média de circulação, pelo que a análise de acessibilidade aos equipamentos tem apenas em conta parâmetros fixos para todo o território.

Outra questão que em muito dificultou a realização deste estudo foi o facto de a maioria dos softwares de resolução espacial de problemas de localização serem resultado de estudos académicos e, como tal, não estarem preparados para identificação de soluções tendo em conta o volume de dados que aqui era necessário analisar.

Por fim, o facto de este ser um software bastante recente (foi lançado em Portugal em Junho de 2010) não permitiu a análise de projectos que tivessem já utilizado a mesma ferramenta.

### **7.2. Trabalhos futuros**

A realização desta dissertação foi desde sempre norteada por objectivos específicos, de modo a que a sua resolução fosse atempada. Mas tal não significa que novas ideias não tenham surgido ao longo deste ano de produção científica.

Por exemplo, se a análise dos cenários conforme o critério de localização foi interessante, mais seria se se utilizasse o próprio sistema de pesos atribuídos aos critérios na própria modelação do cenário, de modo a que, para cada local-candidato fosse utilizado o peso do critério como valor ponderativo da importância do mesmo.

Por outro lado, seria interessante utilizar o método de maximização da utilização, com a introdução de taxas de utilização na própria modelação. Contudo, para tal, seria necessário dividir as áreas das subsecções estatísticas e dos códigos postais de 7 dígitos, tendo em conta os seus limites e tomando como ponto de partida a distribuição equilibrada da população e dos utentes, respectivamente; o que nem sempre é plausível, nomeadamente em espaços rurais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLER, R., 1988, Awards, rewards, and excellence: keeping geography alive and well. *Professional Geographer*, 40, 135-140.
- ACRA – ADVISORY COMMITTEE ON RESOURCE ALLOCATION, 1999, *Report of the Advisory Committee on Resource Allocation*, Advisory Committee on Resource Allocation.
- ACSS, 2009, *Unidades Locais de Saúde – Modalidade de Pagamento*, Administração Central do Sistema de Saúde, Ministério da Saúde.
- ACSS, 2010, *Portal da Codificação Clínica e dos GDH*. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto / Administração Central do Sistema de Saúde (URL: [http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/P%C3%A1gina\\_principal](http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/P%C3%A1gina_principal) consulta em 1-9-2010).
- ADRAHI WJ, ARAÚJO FV, CORREIA EV, LUZ AC., 1986, A procura de cuidados - a resposta psicossocial à doença. *RPCG*, 14, 18-26.
- AKOL, A.; BREMNER, J.; HAILEMARIAM, A.; NAGENDI, G.; TEKLU, N. & TELLER, C., 2009, *Demographic Data for Development Decision-Making – Case Studies from Ethiopia and Uganda*, PRB-Inform, Empower, Advance, (Washington, DC)
- ALBERT, D., GESSLER, W. e LEVERGOOD, B., 2000, *Spatial analysis, GIS and Remote Sensing applications in the Health Sciences* (1ªed.) (Chelsea: Ann Arbor Press).
- ALMEIDA, F.; COSTA, G.; NASCIMENTO, R.; LEITE, V.; LOBÃO, D.; GENESTRA, M.; OSÓRIO, T. E CARELLI, F., 2007, Geoprocessamento no Trato de Controle de Características Urbanas. *Cadernos UniFOA, Volta Redonda*, 2 (3) (URL <http://www.unifoa.edu.br/pesquisa/caderno/edicao/03/21.pdf>, consulta em 04-09-2010).
- AL-SAHILI, K.; ABDUL-ELLA, M., 1992, Accessibility of Public Services in Irbid, Jordan. *Journal of Urban Planning and Development*, 1180.
- ANSELIN, L. ; GETIS, A., 1993, Spatial statistical analysis and geographic information systems, In *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*, editado por FISCHER, M.M. and NIJKAMP P. (Berlin: Springer-Verlag), pp. 35-50.
- ARAKAKI, R.; LORENA, L., 2006, Uma heurística de localização-alocação (HLA) para problemas de localização de facilidades. *Produção*, 16 (2) 319-328.
- ARAÚJO, M.; ALVES, F.; & SÁ, L., 2003, ESTUDO DA ACESSIBILIDADE EMPREGANDO MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS – MDE – ESTUDO DE CASO: RAMPAS. In *Proceedings of XXI Congresso Brasileiro de Cartografia*, pp. 1-7.
- ARONOFF, S., 1989, *Geographic information systems: a Management Perspective*. (1ªed.) (Ottawa: WDL Publications).
- AYDIN, M.; YIGIT, V.; FOGARTY, T., 2002, A Parallel Simulated Annealing Implementation for Uncapacitated Facility Location Problems. *Proceedings of ECCO XV (XV Conference of the European Chapter on Combinatorial Optimization)*, 30 de Maio-1 de Junho, Universidade de Lugano, Lugano, Suíça.
- AZZONI, C. R., 1982, *Teoria da Localização: uma análise crítica*. IPE – USP, São Paulo.
- BALEIRAS S. J, RAMOS, S., 1992, A gestão da prática clínica pelo médico de família: VI- Acessibilidade e continuidade de cuidados. *Rev Port Clin Geral*, 9 (4) 116-24.
- BALLOU, R. H., 2001, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. (2ª ed.) (Porto Alegre: Bookman).
- BALLOU, R., 1992, *Business Logistics Management* (3ª ed.), (Englewood Cliffs- NJ: Prentice Hall).

- BARCELLOS, C.; BASTOS, F., 1996, Geoprocessamento, ambiente e saúde uma união possível? *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro 12 (3), 389-397.
- BARROS FILHO, M, 2007, Geoprocessamento no Planejamento e na Gestão de Cidades, *In the Proceedings of the I Congresso Nacional de Desenvolvimento Regional* (Caruaru: CONDER).
- BIRKIN, M., CLARKE, G., CLARKE, M.; & WILSON, A., 1996, *Intelligent GIS – location decisions and strategic planning* (Cambridge: GeoInformation International).
- BLACK, M.; EBENER, S.; AGUILAR, N.; VIDAURRE, M.; EL MORJANI, Z., 2004, Using GIS to Measure Physical Accessibility to Health Care. *International Health Users Conference*, Washington DC.
- BORGES, K., 2000, A Gestão Urbana e as Tecnologias de Informação e Comunicação. *Informática Pública*, 2 (2), 17-24.
- BOULOS, M.; ROUDSARI, A.; CARSON, E., 2001, Health Geomatics: an enabling suite of technologies in Health and Healthcare. *Journal of Biomedical Informatics*, 34, 195-219.
- BOWERSOX, D. J., 1978, - Logistical Management - *A Systems Integration of Physical Distribution Management and Materials Management* (2.<sup>a</sup> ed.) (EUA: Macmilan).
- BRANDEAU, M.; CHIU, S., 1989, An overview of representative problems in location research. *Management Science*, 35 (6), 645-674.
- BUDIC, Z., 2000, Geographic Information Science Implications for Urban and Regional Planning, *Urisa Journal*, 12 (2), 81-93.
- BULLEN, N.; MOON, G.; JONES, K., 1996. Defining localities for health planning: A GIS approach. *Social Science and Medicine*, 42, 801-816.
- BURROUGH, A.; MCDONNELL, R., 1998, *Principles of Geographical Information Systems*. (New York: Oxford University Press.)
- CAJUEIRO, D.; CARVALHO, A.; MACIEL, E.; MELO, G.; SOUTO, R.; MORAES, T., 2005, *Modelo de localização industrial para o planeamento de um pólo de alta tecnologia*. Texto para discussão nº 1134. Instituto de Pesquisa económica aplicada.
- CAOP (CARTA ADMINISTRATIVA OFICIAL DE PORTUGAL), 2010, Limites administrativos dos concelhos e freguesias de Portugal (URL: [http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/caop\\_vigor.htm](http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/caop_vigor.htm) consulta em 5-08-2010).
- CARRIS, 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte público realizadas pela Carris nos Concelhos de Amadora e Sintra.
- CASTIEL, L.; RIVERA, F., 1985, Planejamento em Saúde e Epidemiologia no Brasil: casamento ou divórcio? *Caderno de Saúde Pública*, 1 (4) 447-456.
- CHURCH, R., 2002, Geographical information systems and location science. *Computers and Operations Research*, 29 (6) 541-562.
- CHURCH, R.; SORENSEN, P., 1996, Integrating normative location models into GIS – problems and prospects with the *p*-median model. *In* M. Aldenderfer, H. Maschner (Eds.) *Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment*. GeoInformation International, Cambridge.
- CM AMADORA (CÂMARA MUNICIPAL DE AMADORA), 2003, Informação Cartográfica: Edificado, Curvas de Nível e Pontos Cotados.
- CM SINTRA (CÂMARA MUNICIPAL DE SINTRA), 2000, Informação Cartográfica: Edificado, Curvas de Nível e Pontos Cotados.



- CM SINTRA (CÂMARA MUNICIPAL DE SINTRA), 2010, Informação Cartográfica: Loteamentos e Urbanizações aprovadas.
- CORRÊA, G. (2003) *Optimização da locação de subestações para o planeamento da expansão da rede eléctrica de distribuição*. Dissertação de pos-graduação em engenharia eléctrica e informática industrial.
- COSTA, C.; SANTANA, P.; ALMENDRA, R.; FREITAS, P.; ZAKY, A., 2009, And when there is no information? The case of São Tomé and Príncipe. In Livro de Actas do *II International Conference on Sustainability Measurement and Modelling*, Terrassa, Espanha.
- COSTA, C.; SANTANA, P.; SANTOS, R. E LOUREIRO, A., 2010, Pre-School Facilities and catchment area profiling: a planning support method, *Springer Lecture Notes on Geoinformation and Cartography*, vol. 0, 97-117.
- COSTA, L., 1999, *Acessibilidade geográfica a serviços de saúde em unidades do Município do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro.
- CP (COMBOIOS DE PORTUGAL), 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte ferroviário nos Concelhos de Amadora e Sintra.
- CROMLEY, E.; MCLAFFERTY, S., 2002, *GIS and public health*. (1ªed.) (New York: Guilford Press).
- CROMLEY, R.; HANINK, D., 1999, Coupling land use allocation models with raster GIS. *Journal of Geographical Systems*, 1, 137-153.
- CTT (CORREIOS, TELEFONES E TELEGRAMAS – CORREIOS DE PORTUGAL), 2010, Centróide do código postal de 7 dígitos.
- CURRENT, J.; O'KELLY, M., 1992, Locating emergency warning sirens. *Decision Sciences*, 23, 221-234.
- DASKIN, M., 1995, *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*. New York: Wiley Interscience.
- DAVIS Jr., C., 1997, Poder para as perfeições. *Fator GIS* 4 (18), 21.
- DELICADO, A.; PAIVA, C., 2003, Critérios de Avaliação de Terrenos para Unidades Hospitalares". *Cadernos da DGIES 2*. (Lisboa: DGIES-Ministério da Saúde).
- DENSHAM, P.; RUSHTON, G., 1992, A more efficient heuristic for solving large p-median problems. *Papers in Regional Science: The Journal of the RSAI*, 7 (1/3), 307-329.
- DEVER, G., 1988, A epidemiologia da utilização dos serviços de saúde. *A epidemiologia na administração dos serviços de saúde*. (São Paulo: Pioneira), pp.211-36.
- DGOTDU, 2002, *Normas para a programação e caracterização de equipamentos colectivos*. Divisão de Normas / Direcção de Serviços de Estudos e Planeamento Estratégico.
- DOBRUSKY, F., 2003, *Optimal Location of cross-docking centers for a distribution network in Argentina*. Dissertação de Mestrado, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- DOMINGUES, C.; FRANÇO SO, M., 2008, SIG na Gestão Pública: Análises e Desafios de uma Implantação. *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia/2º Congresso de Engenharia de Moçambique* (Maputo: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) pp.1-9.
- DORIGO, M.; BIRATTARI, M.; STÜLZLE, T., 2006, Ant Colony Optimization: Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique, *IEEE Computational Intelligence Magazine*, Novembro, 28-39.

- DREZNER, Z., 1995, Dynamic facility location: the progressive p-median problem, *Location Science*, 3 (1), 1-7.
- EBENER, S. Z.; MORJANI, N. R. and BLACK, M., 2005, Physical Accessibility to health care: From Isotropy to Anisotropy. *GIS@development* (URL: <http://www.gisdevelopment.net/>, consulta em 17-09-10).
- EGP – ESCOLA DE GESTÃO DO PORTO, 2006, *Estudo de Prioridades de Investimento com o objectivo de apoiar o processo de decisão, ao nível político, quanto à sequência estratégica de implementação dos hospitais inseridos na 2ª vaga do Programa de Parcerias para o sector hospitalar*, Estrutura de Missão Parcerias.Saúde.
- EISELT, H.; SANDBLOM, C., 2004, *Decision Analysis, Location Models and Scheduling Problems*. (Berlin: Springer-Verlag).
- ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE), 2009, Informação Cartográfica: países do mundo.
- ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE), 2010, Rede Viária de Portugal Continental para utilização em software ArcPAD.
- ESRI, 1996, *Building Applications with MapObjects*. Environmental Systems Research Institute, Inc., (CA: Redlands).
- ESRI, 2010, *What's new on network analyst?* (URL: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst/index.html>, consulta a 23-05-2010).
- FERRAZ, A.; TORRES, I., 2004, Transporte público urbano. (2ª ed.) (São Carlos: Rima).
- FERREIRA, R.; CAVALCANTE, C.; FERREIRA, H.; ALMEIDA, A., 2005, ALOCA: Sistema de alocação de reserva técnica de transformadores em subestação de energia elétrica. *XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (Porto Alegre, RS, Brasil).
- FIGUEIREDO, J. (2007), *Optimização da localização de armazéns de redistribuição*. Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico.
- GALVÃO, R.; ESPEJO, L.; BOFFEY, B., 2000, A Comparison of Lagrangean and Surrogate Relaxations for the Maximal Covering Location Problem. *European Journal of Operational Research*, 124, 377-389.
- GALVÃO, R.; NOBRE, F. e VASCONCELLOS, M., 1999, Modelos matemáticos de localização aplicados à organização espacial de unidades de saúde. *Revista de Saúde Pública*, 33 (4), 422-434.
- GATRELL, A.; LÖYTÖNEN, M., 1998, *GIS and Health* (1ªed.), (London: Taylor and Francis).
- GIRALDES, M., 1995, Portugal: current distribution and development of the human health resources. *Cahiers Sociologie Demographie and Medicine*, 3-4, 343-360.
- GLOVER, F.; LAGUNA, M., 1997, *Tabu Search* (1ªed.) (Boston: Kluwer Academic Publishers).
- GOMES, N.; SENNE, E., 2006, Um algoritmo de busca tabu para solução de problemas de localização de p-medianas. *XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro, Brasil, 13 a 16 de Outubro de 2008
- GONÇALVES, A., 2007, *Modelação Geográfica de Problemas de Localização*. Tese de Doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- GONÇALVES, A., MATOS, J., 2005, Modelação geográfica de problemas de localização de equipamentos. In *Proceedings of IV Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia* (Lidel: Lisboa), 71-80.

- GONÇALVES, S.; MIRANDA, A., 2010, *Plano Nacional de Saúde 2011-2016 – Análise “Ordenamento do território e saúde”* (Lisboa: Alto Comissariado da Saúde).
- GUAGLIARDO, M., 2003, Spatial accessibility of primary care concepts, methods and challenges. *Eighteenth Annual Primary Care Research Methods and Statistics Conference*. (San Antonio, TX: University of Texas Health Science Center).
- GUERREIRO, A., 2009, *Construção de uma Metaheurística de Optimização de Rotas de Veículos. Aplicação na Indústria da Distribuição*. Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- GUIMARÃES, C.; AMARAL, P.; SIMÕES, R., 2006, Rede Urbana da Oferta de Serviços de Saúde: uma análise multivariada macro regional - Brasil, 2002, *XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais* (Caxambú: ABEP).
- HAGGETT, P.; CHORLEY, R., 1969, *Network Analysis in Geography* (Londres: Edward Arnold Publisher).
- HAKIMI, S., 1964, Optimum location of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Operations Research*, 450-459.
- HANDLER, G.; MIRCHANDANI, P., 1979, *Location On Networks Theory And Algorithms*. (1ªed.) (Cambridge: MIT Press).
- HFF (HOSPITAL FERNANDO DA FONSECA), 2008, Bases de Dados dos Episódios que ocorreram no HFF em 2008.
- HFF (HOSPITAL FERNANDO DA FONSECA), 2008, Bases de Dados dos Utentes que utilizaram o HFF em 2008.
- HILLSMAN, E., 1984, The p-median structure as a unified linear model for Location-Allocation Analysis. *Environmental and Planning A*, 16, 305-318.
- HOLLEY, H., 1998, Geography and Mental Health: a review. *Soc. Psychiatric Psichiatr Epidimiol*, 33, 535-542.
- HÖRNER, D., 2009, *Resolução do problema das p-medianas não capacitado – Uma comparação de técnicas heurísticas*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- HOSPITAL FERNANDO DA FONSECA, 2009, Hospital Fernando da Fonseca – Business Plan 2009-2011 (Amadora: Hospital Fernando da Fonseca).
- HULKA, B.; WHEAT, J., 1985, Patterns of utilization – the patient perspective. *Med Care*, 23, 438-60.
- IGP (INSTITUTO GEOGRÁFICO PORTUGUÊS), 2000, Informação Cartográfica: Projecto *Corine Land Cover*, 2000 (URL: [http://www.igeo.pt/instituto/cegig/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC 2000&sessao=m\\_projectos](http://www.igeo.pt/instituto/cegig/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC%2000&sessao=m_projectos) consulta em 24-05-2010).
- IGP (INSTITUTO GEOGRÁFICO PORTUGUÊS), 2006, Informação Cartográfica: Projecto *Corine Land Cover*, 2006 (URL: [http://www.igeo.pt/instituto/cegig/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC 2006&sessao=m\\_projectos](http://www.igeo.pt/instituto/cegig/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC%2006&sessao=m_projectos) consulta em 24-05-2010).
- IGP, 2000 – *Projecto Corine Land Cover 2000* (URL: <http://www.igeo.pt/gdr/projectos/clc2000/> consulta em 13-03-2010).
- IGP, 2006 *Projecto Corine Land Cover 2006* (URL: <http://www.igeo.pt/gdr/projectos/clc2006/> consulta em 13-03-2010).

- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 1981, Censos 1981: XII Recenseamento Geral da População. II Recenseamento Geral da Habitação. Resultados Definitivos: Lisboa. INE, Lisboa.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 1991, Censos 1991: XIII Recenseamento Geral da População. III Recenseamento Geral da Habitação. Resultados Definitivos: Lisboa. INE, Lisboa.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 1996-2008, Taxa de Crescimento Migratório ao Concelho.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 2001, Censos, 2001: XIV Recenseamento Geral da População. IV Recenseamento Geral da Habitação. Resultados Definitivos: Lisboa. INE, Lisboa.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 2001, Informação Cartográfica: Subsecção estatística dos concelhos de Amadora e Sintra.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 2001, Informação Cartográfica: Base Comum dos concelhos de Amadora e Sintra.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 2006, Estimativas de População ao Concelho, 2006.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA), 2008, Estimativas de População ao Concelho, 2008.
- JACKSON, R.; KOCHTITZKY, C., 2005, Creating A Healthy Environment: The Impact of the Built Environment on Public Health. *Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series*. (Washington, DC: Centers for Disease Control and Prevention) 20.
- JARAMILLO, J., BHADURY, J., BATTÀ, R., 2002, On the use of genetic algorithms to solve location problems. *Computers and Operations Research*, 29, 761-779.
- JOSEPH, A.; PHILLIPS, D., 1984, *Accessibility & Utilization. Geographical perspectives on health care delivery* (Nova iorque: Harper & Row).
- KIKPATRICK, S.; GELATT, C.; VECCHI, M., 1983, Optimization by Simulated Annealing. *Science*, 220 (4598), 671-680.
- KOHLI, S.; SAHLÉN, K.; SIVERTUN, Å.; LOFMAN, O.; FOLDEVI, M.; TRELL, E.; WIGERTZ, O., 1997, Individuals living in areas with high background radon: A GIS method to identify populations at risk. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 53, 05-112.
- KUO, R.; CHI, S.; KAO, S., 2002, A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers in Industry*, 47 (2), Fevereiro, 199-214.
- LARSON, R.; ODONI, A., 1981, *Urban Operations Research* (Englewood Cliffs: Prentice- Hall).
- LIMA, F., 1996, *Distribuição Espacial de Serviços especializados de saúde*. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis.

- LIMA, R., 2003, *Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- LINDESKOV, C., 2002, *Ambulance Allocation using GIS*. Tese de Mestrado, Universidade Técnica da Dinamarca, Copenhaga.
- LOBO, D., 2003, *Dimensionamento e otimização locacional de unidades de educação infantil*. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis.
- LORENA, L.; SENNE, E.; PAIVA, J.; PEREIRA, M., 2001, Integração de modelos de localização a Sistemas de Informações Geográficas. *Gestão e Produção*, 8 (2), 180-195.
- LOVE, D.; LINQUIST, P., 1995, The geographical accessibility of hospitals to the aged: a geographic information systems analysis within Illinois. *Health Services Research*, 29 (6), 629-52.
- MACHADO, M.; SANTANA, P.; CARREIRO, M.; NOGUEIRA, H.; BARROSO, M.; DIAS, A., 2007, *Iguais ou Diferentes? Cuidados de Saúde materno-infantil a uma população de imigrantes*. Prémio Bial de Medicina Clínica 2006, EIGAL, S.A. (pp.211).
- MACKENBACH, J.; BOS, V.; ANDERSEN, O., 2003, Widening socioeconomic inequalities in mortality in six Western European countries. *Int J Epidemiol* 32 (5), 830–837.
- MACMILLAN, W.; PIERCE, T., 1994, Optimization modelling in a GIS framework: the problem of political redistricting. In *Spatial Analysis and GIS*, editado por Fotheringham, S. & Rogerson P. (London: Taylor & Francis), pp. 221-246.
- MAFRENSE, 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte público realizadas pela Mafrense nos Concelhos de Amadora e Sintra.
- MALCZEWSKI, J., 1999, *GIS and multicriteria decision analysis* (1ªed.) (New York: Wiley).
- MALCZEWSKI, J., 2004, GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, 62 (1), 1-63.
- MAPA, S., 2007, *Localização-alocação de instalações com Sistema de Informações Geográficas e modelagem matemática*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá (Itajubá, MG, Brasil).
- MAPA, S.; LIMA, R.; MENDES, J., 2006, Localização de instalações com o auxílio de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e modelagem matemática. *XXVI ENEGEP* (Fortaleza, Brasil).
- MARMOT, M.; FRIEL, S.; BELL, R.; HOUWELING, T.; TAYLOR, S., 2008, Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. *Public Health*, 372 (8), 1661-1669.
- MARQUES-SILVA, J.; SAKALLAH, K., 1999, GRASP: A search algorithm for propositional satisfiability. *IEEE Transactions on Computers*, 48(5), 506-521.
- MARTIN, D.; WILLIAMS, H., 1992, Market-area analysis and accessibility to primary health-care centers. *Environment and Planning A*, 24, 1009-1019.
- MARTOS, A.; YOSHIZAKI, H., 1999, Projeto Da Rede De Distribuição Considerando Localização, Estoques E Transportes Simultaneamente. *XIX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro.
- MATOS, J., 2001, *Fundamentos de informação geográfica*. (1ªed.) (Lisboa: Lidel).
- MENDES E., 1999, *Distrito Sanitário: O processo social de mudança das práticas sanitárias do Sistema Único de Saúde* (São Paulo-Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco).

- MÉNDEZ, Y.; GUARDIA, L., 2008, *Problema do caminho mais curto- Algoritmo de Dijkstra* (Rio de Janeiro- Brasil: SPOLM).
- METROPOLITANO DE LISBOA, 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte metropolitano no Concelho de Amadora.
- MONTEIRO, R.; PASCOAL, A., 2005, A model and a heuristic for the primary health care coverage planning problem in Portugal – application to “Cova da Beira” case, *Investigação Operacional*, 25, 195-227.
- NARUO, M., 2003, *O estudo do consórcio entre os municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando Sistemas de Informações Geográficas*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- NOVAES, A.; ROSSETO, C., 1993, Localização de Depósitos Numa Rede Logística com o Auxílio de Gis. *VII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, (São Paulo), 1, 605-617.
- OLIVEIRA, J., 2006, Os equipamentos desportivos e o território, *Congresso do Desporto* (Viseu) 13 de Janeiro.
- OLIVEIRA, M., 2003, *Achieving Geographic equity in the Portuguese Hospital Financing System*, Tese de Doutoramento, University of London.
- OLIVEIRA, M.; BEVAN, G., 2003, Measuring geographic inequities in the Portuguese Health System: na estimation of Hospital care needs, *Health Policy*, 66, 277-293.
- OLIVEIRA, M.; BEVAN, G., 2006, Modelling the redistribution of hospital supply to achieve equity taking into account of patient's behavior. *Health Care Management Science*, 9 (1), 19-30.
- OLIVEIRA, M.; BEVAN, G., 2008, Modelling hospital costs to produce evidence for policies that promote equity and efficiency. *European Journal of Operational Research*, 185, 933–947.
- OLIVER, A.; MOSSIALOS, E.; ROBINSON, R., 2004, Health technology assessment and its influence of health care priority setting. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 20, 1-10.
- OPPONG, J.; HODGSON, M., 1994, Spatial accessibility to health care facilities in Suhum district, Ghana. *Professional Geographer*, 46(2) 199-209.
- PAI – PÁGINAS AMARELAS, 2010, Moradas de postos da PSP e GNR nos concelhos de Amadora e Sintra (URL: <http://www.pai.pt/> consulta em 22-09-2010).
- PAIM J., 2002, *Saúde, política e reforma sanitária* (Salvador: CEPS-ISC).
- PAVARINI, S.; MENDIONDO, E.; MONTAÑO, M.; ALMEIDA, D.; MENDIONDO, M.; BARHAM, E.; PEDRAZZANI, E., 2008, Sistema de informações geográficas para a gestão de programas municipais de cuidados a idosos. *Contexto Enferm*, 17(1), 17-25.
- PHILLIPS, D.; LEARMONTH, A., 1982, *Access to Primary Health Care* (Londres: Open University).
- PINEAULT, R.; DAVELUY, C., 1986, Les indicateurs d'utilisation des services de santé. *La planification de la santé: concepts, méthodes et stratégies*, editado por Pineault R, Daveluy C. (Montréal: Agence d'Arc), 191-202.
- PINHEIRO, R.; VIACAÇA, F.; TRAVASSOS, C.; BRITO, A., 2002, Gênero, morbilidade, acesso e utilização de serviços de saúde no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva*, 7, 687-707.
- PLANTIER, T.; CARRÃO, H.; GEORGE, F., 2006, Infraestrutura Nacional para gestão espacial de dados de Saúde. *Revista Lusófona de Ciências e Tecnologias da Saúde*, 3 (2), 139-144.

- PORTAL DA SAÚDE, 2010, Moradas de Equipamentos de Saúde: Hospitais, Centros de Saúde, Extensões de Saúde e Unidades de Saúde Familiar (URL: <http://www.portaldasaude.pt/porta> consulta em 20-07-2010).
- PUU, T., 1997, *Mathematical Location and Land Use Theory*. (1ªed.) (New York: Springer-Verla).
- RAMALHO, W.; BARCELLOS, C.; MAGALHÃES, M.; SANTOS, S., 2006, *Abordagens espaciais na Saúde Pública*. Serie Capacitação e actualização em geoprocessamento em saúde. Ministério da Saúde e Fundação Oswaldo Cruz, Brasília.
- REILLY, J., 1983, *Development of a fire station placement model with consideration of multiple arriving units*. Thesis Ph.D. Rensselaer Polytechnic Institute, New York.
- REVELLE, C.; MARKS, D.; LIEBMAN, J., 1970, An analysis of private and public sector location models. *Manage Sci*, 16, 692-707.
- REVELLE, C.; SWAIN, R., 1970, Central Facilities Location. *Geographical Analysis*, 2, 30-42.
- RIBEIRO, A., 2008, Modelo conceitual de mapoteca digital aplicada à saúde pública; *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, Nova Série, 4 (1), 86-100.
- RIBEIRO, M.; VIEITES, R., 2002, A abordagem geográfica aplicada à área da saúde pública: contribuições e reflexos. *Geo UERJ*, 69-84.
- RIBEIRO, A.; ANTUNES, A., 2002, A GIS-based decision-support tool for public facility planning. *Environment and Planning B: Planning and Design* 29(4), 553 – 569.
- RISE - REDE DE INFORMAÇÃO DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA, 2010, Coordenadas Geográficas de Heliportos, Bombeiros (URL: <http://scrf.igeo.pt/default.htm#> consulta em 22-09-2010).
- ROBESON, J.; COPACINO, W.; HOWE, R., 1994, *The Logistic Handbook* (EUA: Andersen Consulting).
- ROCHA, A.; OKABE, I.; MARTINS, M.; MACHADO, P.; MELLO, T., 2000, Qualidade de vida, ponto de partida ou resultado final? *Ciênc. Saúde Coletiva*, 5 (1), 63-81.
- RODRIGUE, J.; COMTOIS, C.; SLACK, B., 2004, *Transport Geography on the Web*. Hofsta University, Department of Economics & Geography.
- RODRIGUES, A.; SANTANA, P.; SANTOS, R. E NOGUEIRA, H., 2007, Optimization of the Urgency-Emergency network in mainland Portugal: a methodology for the spatial reorganization of the existing capacity. *ERSA 2007* (Paris: Local Governance and Sustainable Development).
- RODRIGUES, A.; SANTANA, P.; SANTOS, R.; NOGUEIRA, H., 2008, Optimização da rede de urgências em Portugal. Uma proposta tendo em conta a eficiência e a equidade da rede. *A Geografia e o contexto dos problemas de saúde*, editado por Barcellos, C., (Rio de Janeiro: Abrasco), 321- 342.
- RODRIGUES, D., 2001, *Avaliação multicritério de acessibilidade em ambiente SIG*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Braga.
- ROEMER, M., 1993, *National Health Systems of the World, V.II* (Oxford: Oxford University Press).
- ROLDÃO, A., PEREIRA, M. & VENTURA, J., 2006, Carta das áreas inundáveis em meio urbano: o exemplo do município da Amadora, *Jornada e-GEO 2006*, (Lisboa: Universidade Nova de Lisboa).

- ROSÁRIO, R., 2002, *O problema das p-medianas na Localização de Unidades de Saúde*. Dissertação no programa de pós-graduação em métodos numéricos em engenharia, UFPR, Curitiba.
- RUSHTON, G.; GOODCHILD, M.; OSTRESH, L. (Eds.), 1973, *Computer programs for location-allocation problems. Monograph nº 6*, Departamento de Geografia, Universidade de Iowa, Iowa, USA.
- SANTANA, P., 1995, *Acessibilidade e Utilização dos Serviços de Saúde. Ensaio Metodológico em Geografia da Saúde* (Coimbra: CCDR-Centro e ARS-Centro).
- SANTANA, P., 1999, Geografia das Desigualdades em Saúde e no Estado de Saúde. Barros, P. e Simões, J. (ed.), *Livro de Homenagem a Augusto Mantas*. Associação Portuguesa de Economia da Saúde: Lisboa, 179-235.
- SANTANA, P., 2005, *Geografias da Saúde e do Desenvolvimento. Evolução e Tendências em Portugal*, (Coimbra: Edições Almedina SA).
- SANTANA, P., COSTA, C., SANTOS, R., LOUREIRO, A., 2008a, "Os Sistemas de Informação Geográfica e o Planeamento Urbano Saudável na Amadora". *Proceedings of VI – Conferência Estatística e Qualidade na Saúde* (Lisboa: Escola Nacional de Saúde Pública).
- SANTANA, P., NOGUEIRA, H., SANTOS, R., COSTA, C., 2007a, Melhorar a Saúde na Amadora intervindo no ambiente físico e social. *A Cidade e a Saúde*, editado por Santana, P. (coord.), (Coimbra: Almedina), pp. 147-154.
- SANTANA, P., SANTOS, R., COSTA, C.; LOUREIRO, A., 2008b, *Pensar Amadora Cidade Saudável e Activa - 3º Prémio de Reconhecimento da Rede Portuguesa de Cidades Saudáveis*. Relatório. Seixal.
- SANTANA, P.; COUCEIRO, L.; ALVES, I.; NOGUEIRA, H.; COSTA, C.; SANTOS, R., 2007b, *Caracterização Demográfica dos Profissionais de Saúde no Serviço Nacional de Saúde Português. Vol. III – Demografia e Cobertura de Profissionais no SNS em 2005*. Relatório. Secretaria-Geral, Ministério da Saúde, Lisboa.
- SANTANA, P.; PEIXOTO, H.; DUARTE, N.; CAMELO, S.; NUNES, C.; COSTA, C.; LOUREIRO, A.; ALMENDRA, R., 2009, *Caracterização da Cobertura Geográfica Redes de Referência Hospitalar. Relatório*. Administração Central do Sistema Saúde/Ministério da Saúde, Lisboa.
- SANTANA, P.; SANTOS, R.; COSTA, C.; LOUREIRO, A.; RODRIGUES, A., 2010a, Planear equipamentos tendo em conta a acessibilidade e a cobertura da população. O caso das Unidades de Saúde no concelho de Coimbra. *PLURIS 2010 - The Challenges of Planning in a Web Wide World, 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável*. Universidade do Algarve, Faro.
- SANTANA, P.; SANTOS, R.; COSTA, C.; LOUREIRO, A.; RODRIGUES, A., 2010b, Avaliação do impacto da distância na utilização e reorganização dos Cuidados de Saúde Primários do concelho de Coimbra. *1ª Conferência da Rede de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos "Transportes, Desenvolvimento Urbano e Avaliação de Impactos"*, Lisboa.
- SANTOS M., 1996, *A Natureza do Espaço: técnica e tempo; razão e emoção*. (São Paulo: Hucitec).
- SANTOS, S.; PINA, M.; CARVALHO, M., 2000, Os Sistemas de Informações Geográficas. In *Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde* editado por Carvalho, Marília S.; Pina Maria F.; Santos, Simone, M. (Brasília: Ministério da Saúde, OPAS/OMS).
- SAPO, 2010, Sapo Mapas (URL: <http://mapas.sapo.pt/> consulta em 2-2-2010)



- SCAPARRA, M.; SCUTELLÀ, M., 2001, *Facilities, locations, customers: building blocks of location models. A survey*. Relatório TR-01-18, Università de Pisa, Pisa.
- SCHILLING, D.; ROSING, K.; REVELLE, C., 2000, Network Distance Characteristics that affect computational effort in p-median Location Problems. *European Journal of Operational Research*, 127, 525-536.
- SCOTCH, M.; BAMBANG, P.; GADD, C.; SHARMA, R., 2006, Exploring the role of GIS during Community Health Assessment problem solving: experiences of public health professionals. *International Journal of Health Geographics*, 5 (39).
- SCOTTURB, 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte público realizadas pela Scotturb nos Concelhos de Amadora e Sintra.
- SILVA, M., 2004, *Uma contribuição ao problema de localização de terminais de consolidação no transporte de carga parcelada*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SMITH, M.; GOODCHILD, M.; LONGLEY, P., 2007, *Geospatial Analysis. A comprehensive guide to principles, techniques and software tools*, The Winchelsea Press.
- SMITH, R.; JARVIS, C., 1998, Just the medicine. *Mapping Awareness* 12, 30-33.
- SOUSA, P., 2004, *O SIG na gestão e planeamento do transporte público-rodoviário de passageiros*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- SOUZA, J.; NOVAES, A., 2006, Sistema de Atendimento Móvel de Urgência – Samu. Dimensionamento Espacial em Áreas Urbanas. *Engenharia Civil*, 27.
- TANNEN, L., 1985, Health planning as a regulatory strategy; a discussion of its history and current uses. *J. Health Serv.*, 10(1), 127-9.
- TEITZ, M.; BART, P., 1968, Heuristic Methods for Estimating the Generalized Vertex Median of a Weighted Graph, *Operations Research*, 16, 955-961.
- TEIXEIRA, J.; ANTUNES, A., 2008, A hierarchical location model for public facility planning. *European Journal of Operational Research* 185 (1), 92-104.
- TORRES, H., 2006, “Demografia Urbana e Políticas Sociais”, *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23 (1), 27-42.
- TRAVASSOS, C.; MARTINS, M., 2004, Uma revisão sobre os conceitos de acesso e utilização de serviços de saúde; *Cad. Saúde Pública*, 20 (2), 190-198.
- TRAVASSOS, C.; VIACAVAL, F.; FERNANDES, C.; ALMEIDA, C., 2000, Desigualdades geográficas e sociais na utilização de serviços de saúde no Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, 5(1) 133-149.
- VASCONCELLOS, E., 2000, *Transporte urbano nos países em desenvolvimento*, Editoras Unidas, São Paulo, Brasil.
- VASCONCELLOS, L., 1998, *Uma contribuição ao estudo da exclusão na educação como causa da concentração da renda no Brasil*. Dissertação de Mestrado. EAESP/ FGV, São Paulo.
- VASCONCELOS, M., 1997. *Modelos de Localização e Sistemas de Informações Geográficas na Assistência Materna e Perinatal: Uma aplicação no município do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro.
- VIMECA, 2010, Informação Cartográfica: Linhas de transporte público realizadas pela Vimeca nos Concelhos de Amadora e Sintra.

- WEBER A., 1909, *Alfred Weber's theory of the location of industries*. (3ªed.) (Chicago: University of Chicago Press).
- WEISSTEIN, E. Distance. *MathWorld* - A Wolfram Web Resource (URL: <http://mathworld.wolfram.com/Distance.html> consulta em 11-10-2010).
- WESTPHAL, M.; MENDES, R., 2000, Cidade Saudável: uma experiência de Interdisciplinaridade e intersectorialidade. *Revista de Administração Pública*. **34**, 47-61.
- WILKINSON, P.; GRUNDY, C.; LANDON, M.; STEVENSON, S., 1998, GIS and Health. *GIS and Health*, editado por Gatrell, A. & Loytonen M. (London: Taylor & Francis).
- YEH, A.; CHOW, M., 1996, An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning – an example of open space planning. *Comput., Environ.and Urban Systems*, **20**,(4/5), 339-350.
- ZAIDI, S., 1994, Planning in the health sector: From whom by whom? *Social Science and Medicine*, **39**, 1385-1393.
- ZUCHI, P.; DEL NERO, C.; MALIK, A.M., 2000, Gastos em saúde: Os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde. *Saúde e Sociedade*, **9** (1/2), 127-150.

## ANEXOS

## 1. Figuras

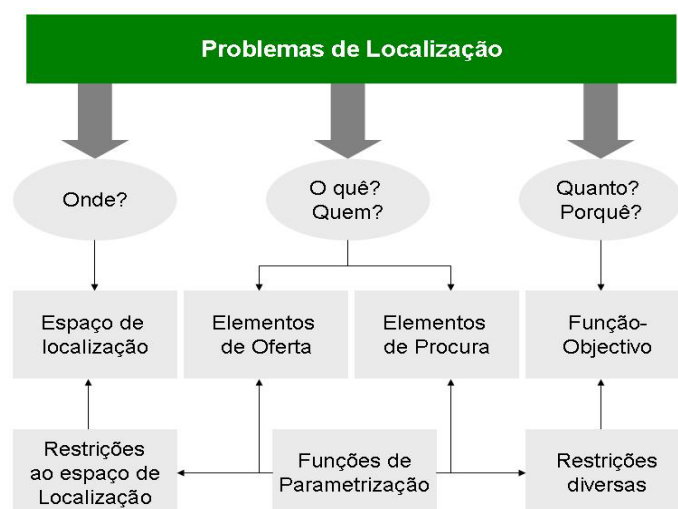


Figura 1.1. Questões e componentes de um modelo para localização.

Fonte: baseado em Gonçalves, 2007: 13.

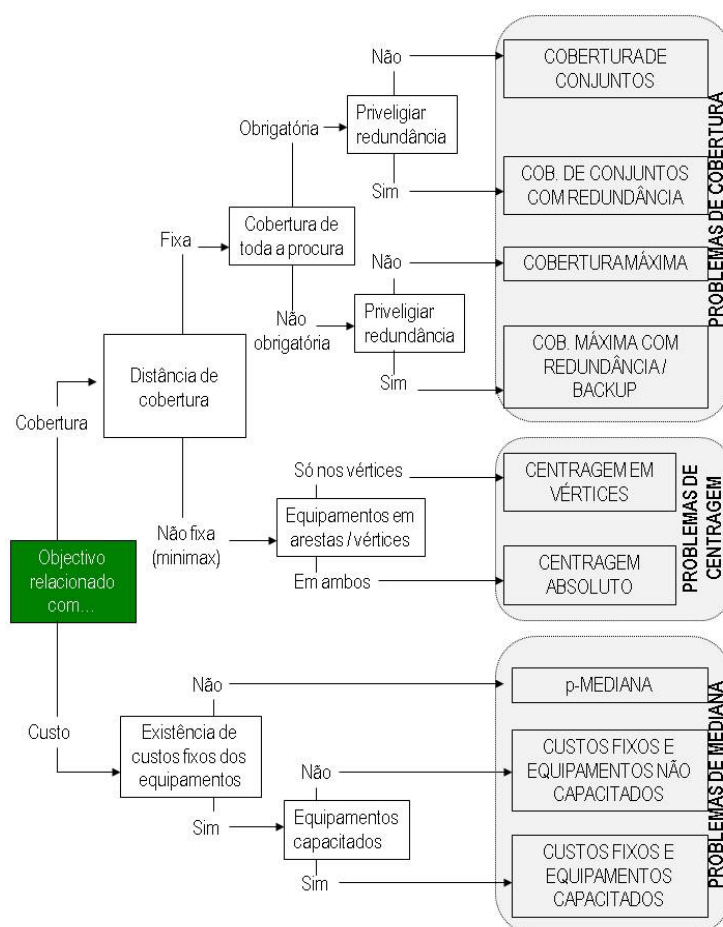


Figura 1.2. Tipos de modelos de localização com pontos.

Fonte: baseado em Gonçalves, 2007:33.

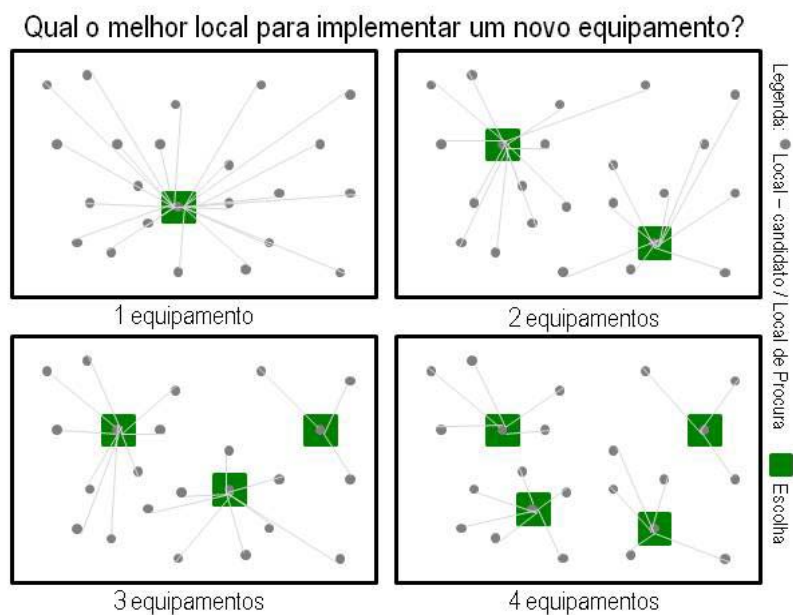


Figura 1.3. Esquema de resolução do problema de  $p$ -mediana.

Fonte: baseado em Smith *et al.*, 2007:437.

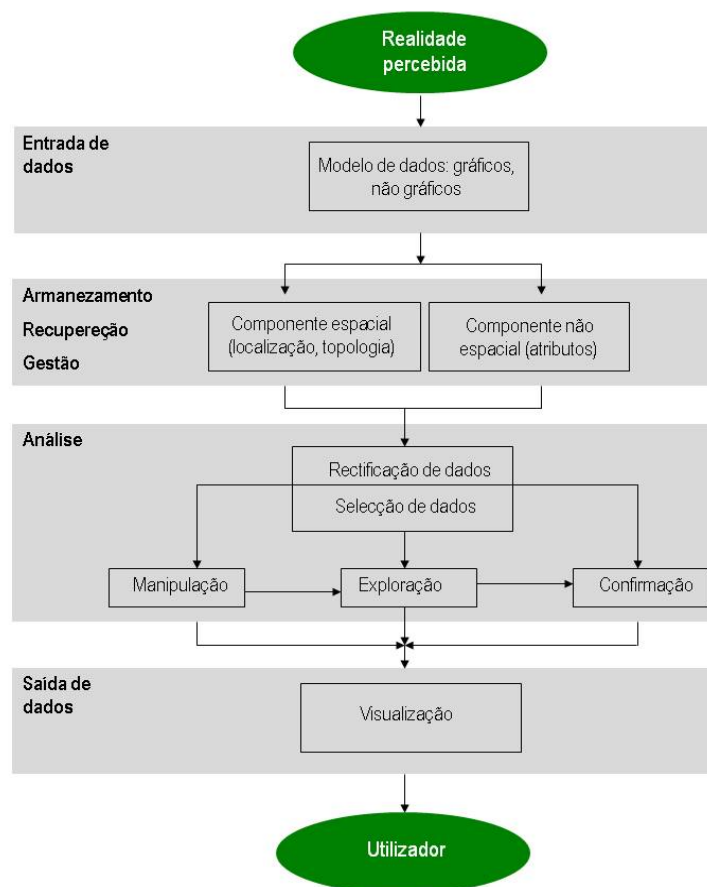


Figura 1.4. Funções básicas de um SIG.  
Fonte: baseado em Anselin e Getis, 1993.

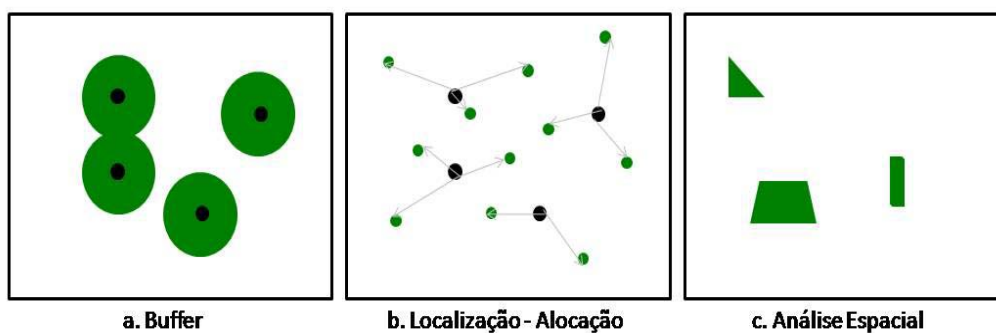


Figura 1.5. Funções de um SIG para planeamento de equipamentos.

Fonte: baseado em Yeh e Chow, 1996.



Figura 1.6. Freguesias da área de influência do HFF.

Fonte: elaborado com base em CAOP, 2010.

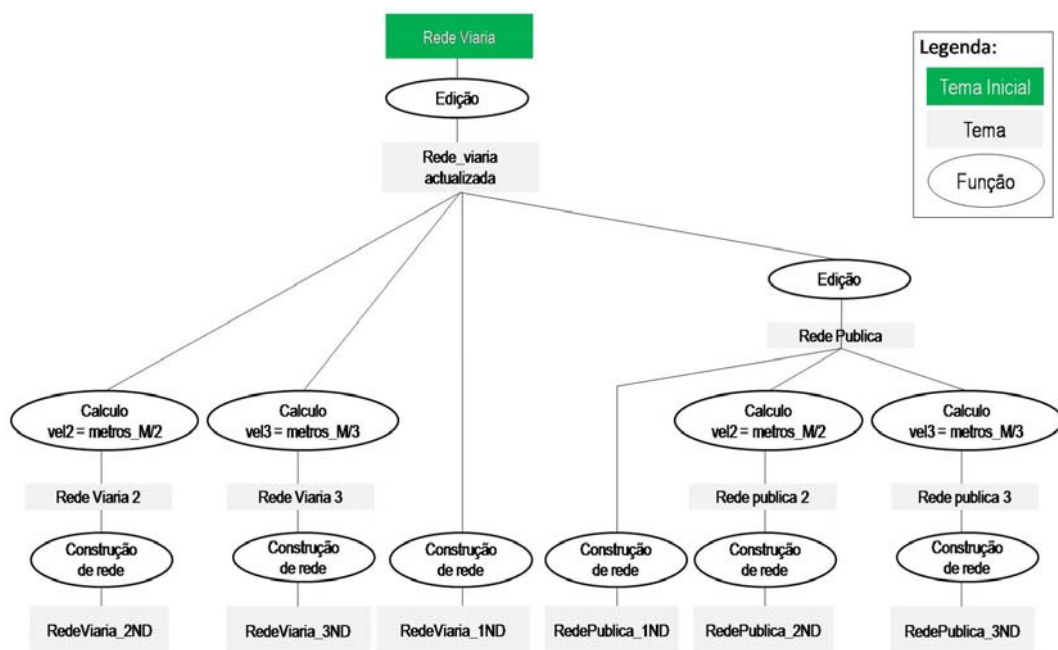


Figura 1.7. Fluxograma definido para modelação da acessibilidade em transporte público e individual.

Fonte: elaboração própria.

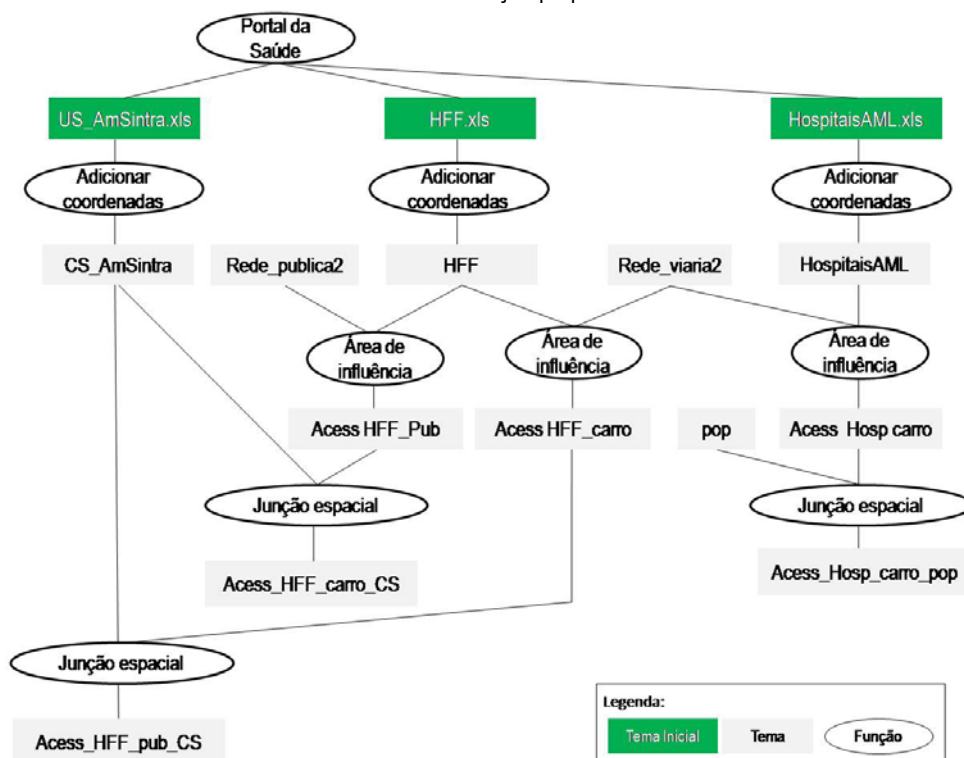


Figura 1.8. Fluxograma definido para distribuição dos cuidados de saúde.

Fonte: elaboração própria.

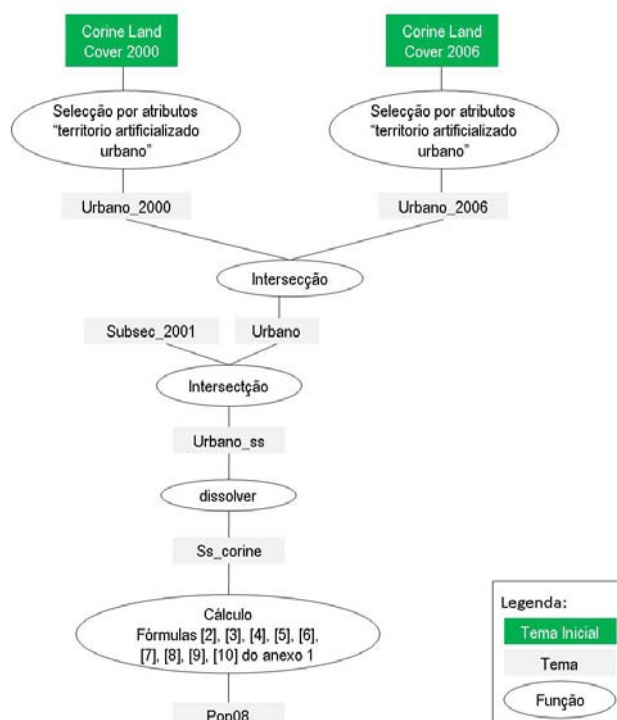


Figura 1.9. Fluxograma definido para distribuição da procura potencial.  
Fonte: elaboração própria.

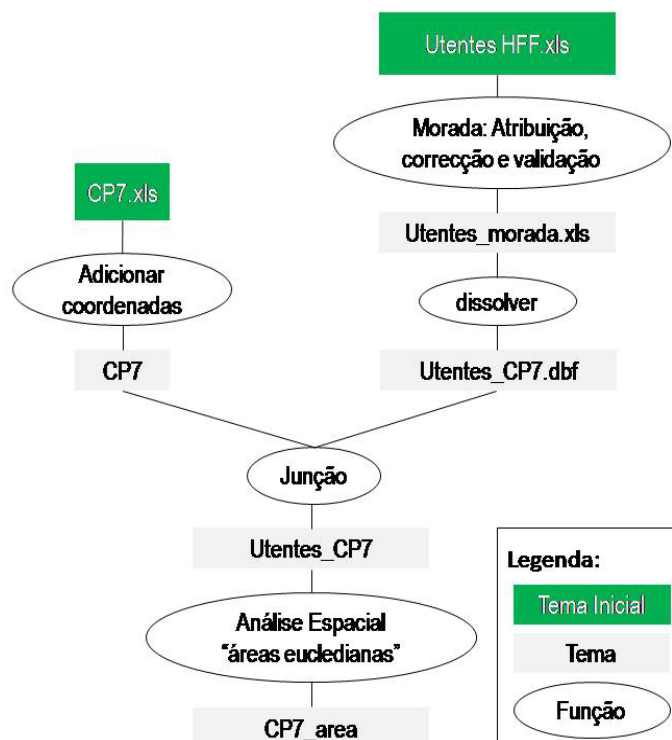


Figura 1.10. Fluxograma definido para análise da procura expressa.  
Fonte: elaboração própria.

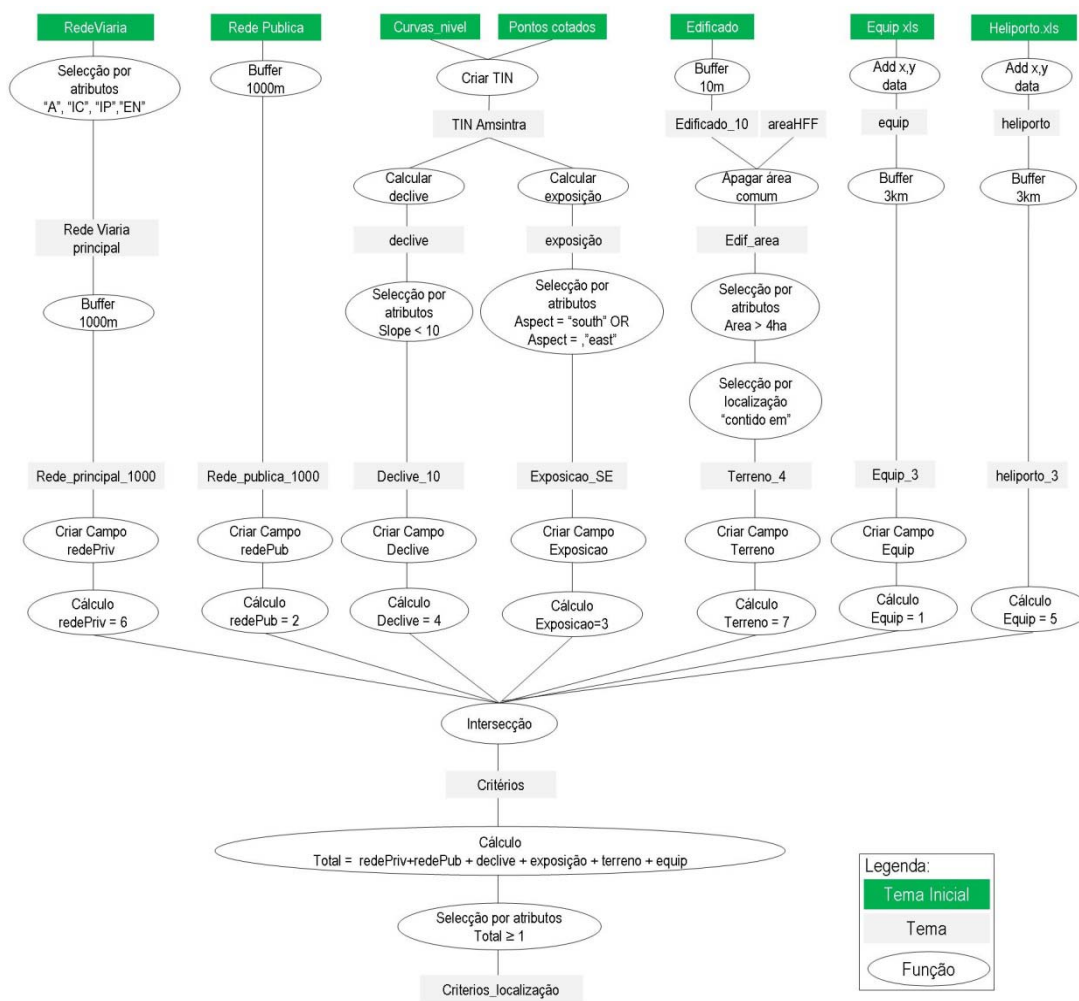


Figura 1.11. Fluxograma definido para identificação de locais com base em critérios de localização.  
Fonte: elaboração própria.



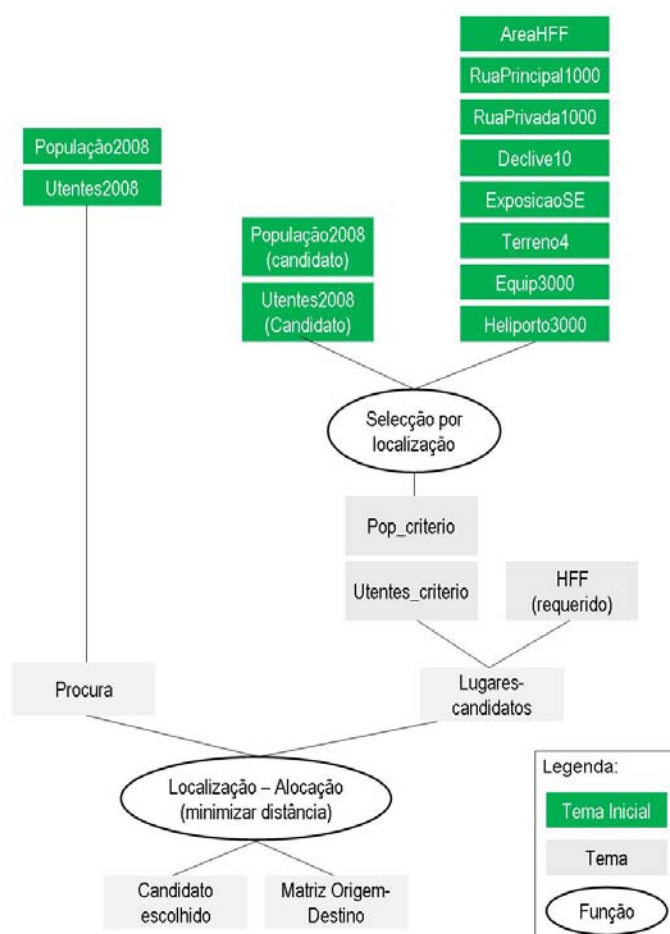


Figura 1.12. Fluxograma definido para identificação da localização óptima.  
Fonte: elaboração própria.

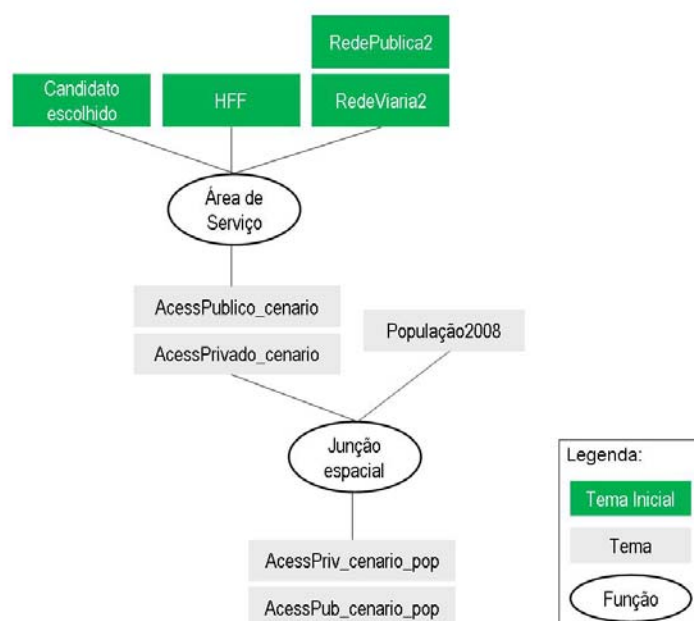


Figura 1.13. Fluxograma definido para avaliação de soluções.  
Fonte: elaboração própria.

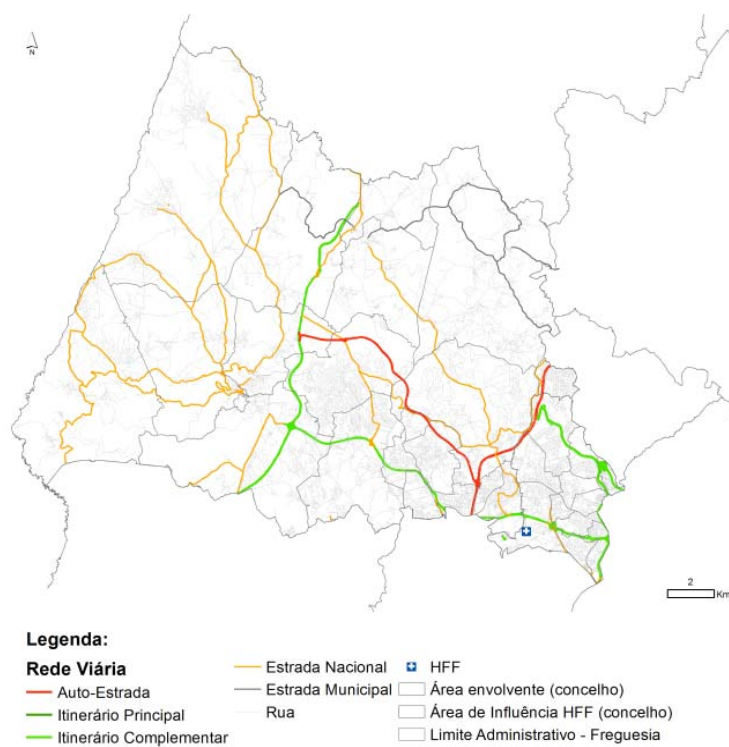


Figura 1.14. Rede Viária na área de influência do HFF.  
Fonte: elaborado com base em CAOP (2010) e ESRI (2010).

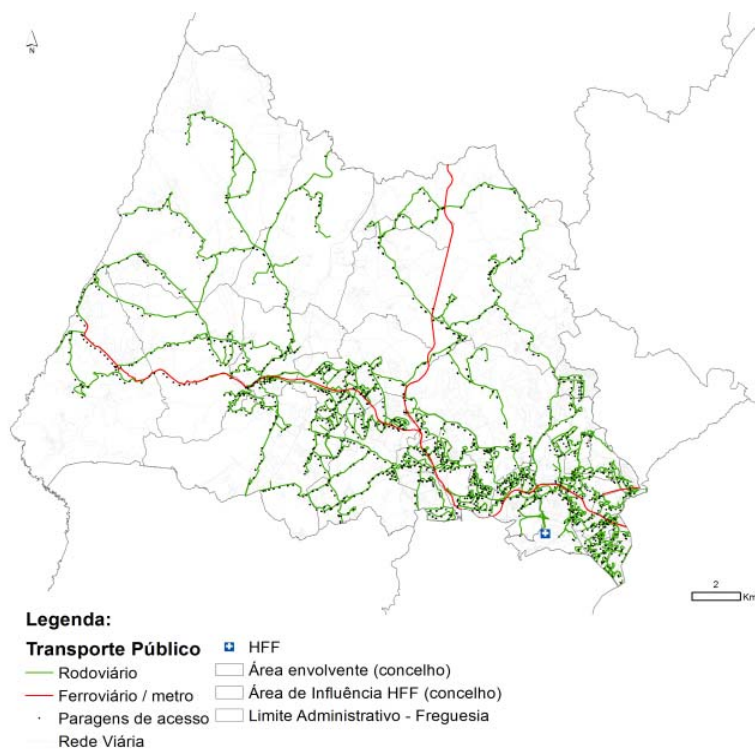


Figura 1.15. Rede de Transporte Público na área de influência do HFF.

Fonte: elaborado com base em CAOP (2010), ESRI (2010), Vimeca (2010), Scotturb (2010), Mafrense (2010), Carris (2010), Metropolitano de Lisboa (2010) e CP (2010).

## 2. Alocação da Estimativa de População Residente em 2008 à subsecção estatística

A metodologia definida permite adquirir uma noção mais real da distribuição actual da população; a qual se baseia na população residente aquando dos Censos 2001, no crescimento do tecido urbano entre os períodos de 2000 e 2006 e no crescimento populacional entre os censos 1991 e 2001.

Assim, a população em 2008 nos concelhos de Amadora e Sintra será contabilizada pelo cálculo da população em quatro momentos distintos:

$P_{91}$  - população de 1991, extraída do Censos 1991

$P_{01}$  - população de 2001, extraída do Censos 2001

$P_{06}$  - população de 2006, estimada a partir do tecido urbano registado na carta de ocupação do solo produzida no projecto *Corine Land Cover*.

$P_{08}$  – população de 2008, extraída da população estimada pelo INE para 2008 ao concelho.

Adicionalmente, será tido em conta a distribuição do tecido urbano em dois momentos distintos:

$A_{00}$  – tecido urbano identificado na carta de Ocupação do Solo do *Corine Land Cover* 2000

$A_{06}$  – tecido urbano identificado na carta de Ocupação do Solo do *Corine Land Cover* 2006

Tomando como pressuposto que: 1. a população reside unicamente no tecido urbano e 2. o desfazamento temporal entre a informação relativa à população (2001 e 2008) e a informação relativa à classificação de tecido urbano por parte do projecto *Corine Land Cover* (2000 e 2006) não é relevante, pelo que se poderá associar ambas; procurou-se então estimar o aumento populacional para 2008.

A abordagem metodológica utilizada no exercício de distribuição da população ancorou-se na identificação de novos espaços urbanos e a posterior indexação específica de dinâmicas populacionais, e na utilização de um factor de correcção temporal com base no crescimento populacional registado no último período inter-censitário (1991-2001).

Assim, inferiu-se o aumento populacional estimado pelo acréscimo de tecido urbano identificado em 2006 (o qual foi estimado tendo por base a extrapolação das densidades populacionais de suporte aos territórios de suporte, tendo por base os valores de referência identificados em 2001).

Isto é, tomando como base uma subsecção estatística  $i$

$A_i$  - área total da subsecção estatística  $i$

$A_{i00}$  – área da subsecção estatística  $i$  já urbanizada em 2000

$A_{i_{06}}$  – área da subsecção estatística  $i$  que passou a ser classificada como tecido urbano em 2006

$\bar{A}_{i_{00}}$  – área não classificada como tecido urbano da subsecção estatística  $i$  em 2000

$\bar{A}_{i_{06}}$  – área não classificada como tecido urbano da subsecção estatística  $i$  em 2006

$P_{i_{01}}$  – população residente na subsecção estatística  $i$  em 2001

$D_{i_{01}}$  – Densidade Populacional na subsecção estatística  $i$  em 2001

$D_{i_{06}}$  – Densidade Populacional na subsecção estatística  $i$  em 2006

calculou-se a densidade populacional em 2001 e estimou-se o aumento da população com base no aumento do tecido urbano

$$D_{i_{01}} = \sum_{i=n}^n (A_{i_{06}} - A_{i_{00}}) \times \left( \frac{P_{i_{01}}}{A_{i_{00}}} \right) \quad [1]$$

A distribuição de população obtida, após esta primeira etapa, foi depois complementada com a aplicação das taxas de crescimento populacional verificadas, ao nível da subsecção estatística, no período inter-censitário 1991 / 2001.

Uma vez que a delimitação das subsecções estatísticas utilizada em 1991 e 2001 não é igual – tendo havido a divisão de algumas subsecções estatísticas em áreas menores<sup>38</sup> – foi utilizada a base comum do INE, a qual permitiu corresponder as subsecções estatísticas de 1991 e 2001.

Isto é, tomando como base que

$P_{i_{91}}$  – população residente na subsecção estatística  $i$  da base comum em 1991

$P_{i_{01}}$  – população residente na subsecção estatística  $i$  da base comum em 2001

$C_{i_{91-01}}$  – variação da população na subsecção estatística  $i$  da base comum entre 1991 e 2001

$C_{i_{01-06}}$  – variação da população na subsecção estatística  $i$  da base comum entre 2001 e 2006

calculou-se a variação da população

$$C_{i_{91-01}} = \sum_{i=n}^n P_{i_{01}} - P_{i_{91}} \quad [2]$$

Ora como o período intercensitário é de 10 anos e entre 2001 e 2006 recorreram apenas 5 anos, este crescimento foi ajustado

$$C_{i_{01-06}} = \sum_{i=n}^n \frac{C_{i_{91-01}} \times 5}{10} \quad [3]$$

<sup>38</sup> Se em 1991 havia 3650 subsecções estatísticas, em 2001 eram 5440 subsecções estatísticas.

Posteriormente, este crescimento foi atribuído a cada subsecção estatística de 2001, tendo em conta a sua localização geográfica.

Assim, e tomando por base que

$H_{i06}$  – estimativa do número de habitantes residente na subsecção estatística  $i$  em 2006

Foi possível calcular o número de pessoas a residir por subsecção estatística em 2006:

$$H_{i06} = \sum_{i=1}^n P_{i01} + D_{i01} + C_{i01-06} \quad [4]$$

Por fim, o modelo de distribuição populacional para o ano de 2008, teve por base a replicação das dinâmicas globais associadas à trajectória evolutiva registada entre os últimos dados censitários e as estimativas desenvolvidas para o ano de 2006. Também aqui foi ainda realizado um exercício de ajustamento, tendo por base as estimativas globais da população por concelho para 2008.

Ora, tomando por base

$E_{i01}$  - peso da população residente na subsecção estatística  $i$  em 2001

$E_{i06}$  - peso da população residente na subsecção estatística  $i$  em 2006

$E_{i08}$  - peso da população residente na subsecção estatística  $i$  em 2008

$P_{j01}$  - total de habitantes do concelho  $j$  em 2001

$P_{j06}$  - total de habitantes do concelho  $j$  em 2006

$P_{j08}$  - total de habitantes do concelho  $j$  em 2008

$V_{i01-06}$  - Evolução anual do peso da população residente na subsecção estatística  $i$ , registada entre 2001 e 2006, no total da população do concelho  $j$

$V_{i08}$  - Estrutura bruta da população para 2008

$P_{i08}$  - população residente na subsecção estatística  $i$  em 2008

$INE_{j08}$  - estimativa da população ao concelho do INE para 2008

calculou-se a estrutura da população em 2006 e 2001

$$E_{i06} = \sum_{i=1}^n \frac{H_{i06}}{P_{j06}} \quad [5]$$

$$E_{i01} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{i01}}{P_{j01}} \quad [6]$$

Posteriormente, calculou-se a evolução anual verificada entre os dois pesos

$$V_{l_{01-06}} = \sum_{i=n}^n \frac{E_{l_{06}} - E_{l_{01}}}{5} \quad [7]$$

Calculou-se a estrutura bruta da população para 2008; tomando por ponto de partida que entre 2006 e 2008 decorreram 2 anos

$$V_{l_{08}} = \sum_{i=n}^n H_{l_{06}} + (V_{l_{01-06}} \times 2) \quad [8]$$

E o peso da mesma no total da população do concelho

$$E_{l_{08}} = \sum_{i=n}^n \frac{V_{l_{08}}}{E_{l_{08}}} \quad [9]$$

Por fim, aplicou-se este peso à estimativa da população para 2008 -  $INE_{l_{08}}$  (Sintra: 445.872 habitantes; Amadora: 172.110 habitantes).

$$P_{l_{08}} = \sum_{i=n}^n E_{l_{08}} \times INE_{l_{08}} \quad [10]$$

Concluindo, esta metodologia pode ser dividida em 2 fases: na primeira fase procurou-se estimar o crescimento da população com base no aumento do tecido urbana e das dinâmicas demográficas registadas entre 1991 e 2001; na segunda fase procurou-se estimar o crescimento da população com base na evolução da população entre 2006 e 2008.